



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

## **TESIS DOCTORAL**

**Análisis bibliométrico de la actividad científica de los investigadores del CSIC en tres áreas: Biología y Biomedicina, Ciencia de Materiales y Recursos Naturales. Una aproximación metodológica a nivel micro (*Web of Science*, 1994-2004)**

**Autor:**

**Rodrigo Costas Comesaña**

**Directora:**

**María Bordons Gangas**

**DEPARTAMENTO DE BIBLIOTECONOMÍA Y DOCUMENTACIÓN**

**Getafe, abril de 2008**

*A Iria e á miña familia,  
polo cariño e o amor que lles debo.*

Esta Tesis se ha realizado con la ayuda de una beca del Programa I3P del Consejo Superior de Investigación Científicas (CSIC), además de una beca de estancias predoctorales disfrutada en el CWTS de la Universidad de Leiden (Holanda).

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, es mi deseo agradecer de forma destacada el papel fundamental de mi directora María Bordons, a quien admiro como científica y como persona, y con quién ha sido un honor y un privilegio trabajar durante todos estos años. El haber podido compartir su sabiduría ha sido una de las mayores oportunidades que he tenido como investigador, y a ella además agradezco el haberme inculcado el gusto por el trabajo científico y la búsqueda constante de la excelencia.

De forma institucional agradezco al Consejo Superior de Investigaciones Científicas la posibilidad de haber disfrutado de una beca de investigación (I3P) además de la oportunidad de realizar estancias en el extranjero que han contribuido tanto al desarrollo de esta Tesis como a mi propia formación científica. También es necesario recordar a los investigadores del CSIC Xavier Bellés, Joaquín Tintoré y Rafa Zardoya por sus valiosas observaciones en los estadios iniciales de la Tesis, además de a Laura Barrios por su asesoramiento en materia de análisis estadístico.

Otros investigadores y expertos que con sus comentarios, sugerencias, recomendaciones bibliográficas, etc. también han contribuido al desarrollo de esta investigación así como a mejorar mis conocimientos sobre bibliometría y ciencia en general son Salvador Gorbea, Daniel Torres, José Navarrete y Antonio García-Romero, así como Mike Thelwall y Wolfgang Glänzel quienes revisaron este trabajo.

Mención aparte merecen mis compañeros del CINDOC (ahora IEDCYT) y particularmente a los miembros del grupo de Análisis Cuantitativo en Ciencia y Tecnología (ACUTE) quienes me han brindado su apoyo y amistad durante todos estos años y sin los cuales este trabajo nunca se hubiera hecho realidad. De este modo quiero agradecer a mis compañeros Elba Mauleón, Daniela de Filippo y Borja González-Albo quienes me han ayudado de forma destacada en la elaboración y preparación de esta Tesis, además de brindarme su amistad y paciencia durante todo este tiempo. También a Anabel, Antonia, Javier, María, Luz, María Teresa, Rosa y Nana, así como a Isabel Gómez por permitirme formar parte de un grupo del nivel y prestigio que es este y junto a quienes el día a día de este trabajo se ha hecho más llevadero y gratificante.

Asimismo agradezco a los miembros del grupo CWTS de Leiden y a su director Ton van Raan por haberme dado la oportunidad de trabajar con ellos además del trato exquisito que me proporcionaron durante mi estancia en su centro. Mención especial merece Thed van Leeuwen, de quien he aprendido mucho sobre bibliometría y quien ha contribuido a la considerable mejora de este trabajo, además de su amabilidad y generosidad facilitando mi estancia con ellos. Debo citar también a los investigadores Henk Moed, Martijn Visser y Clara Calero con quienes he tenido la gran oportunidad de debatir y aprender de bibliometría, además de compartir un tiempo inolvidable.

Mi agradecimiento también a la Universidad Carlos III y al Departamento de Biblioteconomía y Documentación donde he desarrollado los estudios de

Doctorado. Especialmente al Laboratorio de Estudios Métricos de la Información (LEMI), a su director Elías Sanz por su ayuda en mis momentos iniciales como estudiante de doctorado, a Carlos Zorita por sus primeros consejos, así como a Isabel Iribarren, Carmen Martín y María Luisa Lascurain.

Una mención destacada la merecen todos aquellos amigos y personas con las que he compartido los buenos y malos momentos durante este periodo y con los que siempre he podido contar, entre los cuales tengo el orgullo de incluir a Ales Julías, Carlos Castro, Pili García, Raquel Rojo, María Cana, Paula Alonso, Laura Hillán, al mexicano Ángel Bravo y su familia, además de a Pila, Moncho, Sara, Deni, Luis, Chuni o Mauri entre otros, quienes con su compañía, amistad y generosidad han contribuido a hacer este largo camino más agradable y llevadero, lleno de momentos imborrables.

Finalmente, doy las gracias a mi madre Maria Paz, a mi padre Rodrigo y a mi hermana Eva por todo su amor, cariño y comprensión, ya no sólo durante este tiempo, sino durante toda la vida y a quienes debo ser lo que soy. Y como no, mi agradecimiento incondicional a Iria, quien con su amor y ternura permanentes ha sido mi mayor apoyo y baluarte, sin la cual todo este esfuerzo y trabajo no hubiesen sido posibles y a quien debo estos años de felicidad.

## Índice General

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. La evaluación de la actividad investigadora.....	3
1.1.1. Métodos de análisis y evaluación de la actividad investigadora .....	6
1.1.1.1. Juicio de expertos o <i>peer review</i> .....	7
1.1.1.2. Indicadores bibliométricos.....	10
1.1.2. Niveles de aplicación de los indicadores bibliométricos.....	13
1.2. Análisis bibliométrico a nivel micro: características principales .....	15
1.2.1. Unidades de análisis .....	15
1.2.1.1. Nivel micro – Grupos .....	15
1.2.1.2. Nivel micro – Individuos .....	16
1.2.3. Consideraciones y limitaciones de los análisis micro.....	20
1.2.4.2.1. Tipos de estudios a nivel micro .....	16
1.3. Indicadores bibliométricos para el análisis y la evaluación científica a nivel individual .....	22
1.3.1. Indicadores de producción científica.....	22
1.3.2. Indicadores del impacto observado .....	24
1.3.2.1. Consideraciones generales sobre las citas.....	26
1.3.2.2. Principales indicadores de impacto observado .....	27
1.3.3. Indicadores de impacto esperado o visibilidad de las revistas.....	32
1.3.3.1. Principales indicadores de impacto esperado y visibilidad ..	33
1.3.3.2. Interés de los indicadores basados en el Factor de Impacto	34
1.3.4. Análisis de la colaboración científica .....	35
1.3.4.1. La colaboración científica: análisis y beneficios para la investigación .....	35
1.3.4.2. Redes y grupos de investigación .....	37
1.4. La actividad investigadora en España .....	37
1.4.1. La evaluación de la investigación en España .....	38
1.4.2. El Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) .....	41
1.5. Justificación del estudio .....	43
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>49</b>
<b>3. METODOLOGÍA .....</b>	<b>55</b>
3.1. Descripción y delimitación de las unidades de estudio .....	57
3.1.1. Descripción general de las tres áreas científicas analizadas .....	58
3.1.1.1. Área de Biología y Biomedicina .....	59
3.1.1.2. Área de Recursos Naturales .....	60
3.1.1.3. Área de Ciencia de Materiales .....	61
3.1.2. Descripción general de la población de investigadores analizados.....	62
3.2. Fuentes de datos utilizadas .....	63
3.2.1. Datos del personal .....	63
3.2.2. Bases de datos de publicaciones y citas .....	64
3.2.2.1. <i>Web of Science</i> .....	65
3.2.2.2. <i>Journal Citation Reports (JCR)</i> .....	67
3.3. Tratamiento de los datos y metodología de normalización .....	69

3.3.1. Obtención de las variantes de firma de los autores .....	70
3.3.2. Descarga de documentos .....	71
3.3.3. Modelo relacional de tratamiento bibliométrico de datos .....	73
3.3.4. Normalización de direcciones .....	77
3.3.5. Identificación de las publicaciones de los investigadores .....	78
3.3.6. Eficacia de la metodología de asignación de documentos a los investigadores.....	82
3.4. Indicadores de actividad e impacto calculados .....	89
3.4.1. Indicadores para el estudio general por áreas (meso).....	89
3.4.2. Indicadores para el análisis de los individuos (micro).....	91
3.5. Clasificación de los investigadores según su perfil bibliométrico.....	93
3.5.1. Reducción de indicadores.....	94
3.5.2. Estandarización de indicadores .....	95
3.5.3. Clasificación de investigadores.....	96
3.6. Análisis de datos y test estadísticos utilizados .....	102
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>103</b>
4.1. Datos generales de la producción científica: análisis meso.....	105
4.1.1. Valores absolutos y evolución temporal de los indicadores.....	106
4.1.1.1. Número de documentos y su evolución temporal .....	106
4.1.1.2. Número de citas y su evolución temporal .....	108
4.1.1.3. Ratio de citas por documento .....	110
4.1.1.4. Factor de Impacto de las revistas de publicación .....	112
4.1.1.5. Posición Normalizada de las revistas de publicación.....	113
4.1.1.6. Número de referencias por documento.....	114
4.1.1.7. Número de páginas por documento.....	116
4.1.1.8. Tipos documentales.....	118
4.1.1.9. Idioma de los documentos .....	119
4.1.1.10. Revistas de publicación .....	119
4.1.2. Actividad de las tres áreas en el contexto internacional .....	121
4.1.2.1. Densidad de citación de las revistas de publicación (JCSm).....	122
4.1.2.2. Densidad de citación de las disciplinas de publicación (FCSm) .....	122
4.1.2.3. Impacto de los documentos con respecto a sus revistas de publicación (CPP/JCSm) .....	123
4.1.2.4. Impacto de los documentos con respecto a sus disciplinas de publicación (CPP/FCSm).....	124
4.1.3. Distribución temática de la producción por Áreas Científicas .....	125
4.1.3.1. Distribución temática de la producción en Biología y Biomedicina .....	125
4.1.3.2. Distribución temática de la producción en Ciencia los Materiales .....	132
4.1.3.3. Distribución temática de la producción en Recursos Naturales .....	138
4.1.4. Análisis de la colaboración científica de los documentos .....	144
4.1.4.1. Patrones de colaboración por áreas .....	144
4.1.4.2. Evolución de la colaboración científica .....	147
4.1.4.3. Colaboración Internacional: impacto por zonas geográficas	

y países de colaboración .....	158
4.2. Análisis a nivel individual: análisis micro.....	166
4.2.1. Descripción general de la población de investigadores .....	166
4.2.1.1. Distribución de los investigadores por edad y antigüedad en el CSIC .....	166
4.2.1.2. Distribución de investigadores por Categoría Profesional ..	170
4.2.2. Actividad científica de los investigadores por área, Categoría Profesional y grupos de edad: perfiles bibliométricos.....	171
4.2.3. Actividad científica de los investigadores por Clase Científica: perfiles bibliométricos .....	180
4.2.3.1. Relación entre Clase Científica y Categoría Profesional ...	182
4.2.3.2. Edad de los investigadores, antigüedad en el CSIC y permanencia en la categoría por Clase Científica .....	185
4.2.3.3. Relación entre actividad científica, edad y antigüedad .....	186
4.2.4. Principales características de los documentos a nivel individual: uso de información, longitud de los trabajos y posición de firma .	196
4.2.4.1. Uso de información a nivel individual: análisis de las referencias de los documentos .....	196
4.2.4.2. Longitud de los artículos .....	199
4.2.4.3. Posición de firma de los investigadores .....	200
4.2.5. Colaboración científica a nivel individual .....	207
4.2.5.1. Colaboración entre autores por Clase Científica.....	207
4.2.5.2. Colaboración entre centros .....	209
4.2.5.3. Mapas de colaboración entre investigadores.....	212
4.2.6. Análisis <i>Bottom-up</i> de centros (producción directa e indirecta) y su colaboración .....	216
4.2.6.1. Centros de Biología y Biomedicina .....	217
4.2.6.1.1. Aproximación <i>Bottom-up</i> : análisis de la producción directa e indirecta de los centros .....	217
4.2.6.1.2. Colaboración entre los centros: Biología y Biomedicina .....	220
4.2.6.2. Centros de Ciencia de Materiales .....	222
4.2.6.2.1. Aproximación <i>Bottom-up</i> : análisis de la producción directa e indirecta de los centros .....	222
4.2.6.2.2. Colaboración entre los centros: Ciencia de Materiales.....	224
4.2.6.3. Centros de Recursos Naturales .....	224
4.2.6.3.1. Aproximación <i>Bottom-up</i> : análisis de la producción directa e indirecta de los centros .....	225
4.2.6.3.2. Colaboración entre los centros: Recursos Naturales.....	227
<b>5. DISCUSIÓN .....</b>	<b>229</b>
5.1. Los análisis bibliométricos a nivel micro .....	231
5.2. Sobre la Metodología de análisis desarrollada .....	234
5.3. Sobre la producción general de las áreas del CSIC analizadas .....	242
5.3.1. Producción general de las tres áreas de análisis.....	242
5.3.2. Distribución temática.....	247



5.3.3. Colaboración científica.....	251
5.4. Sobre el análisis individual de los investigadores del CSIC.....	256
5.4.1. Actividad científica por categoría profesional.....	257
5.4.2. Características de los investigadores por Clases Científicas.....	258
5.4.3. Evolución de la actividad investigadora con la edad.....	262
5.4.4. Posición de firma de los investigadores.....	265
5.4.5. Colaboración científica a nivel individual .....	267
5.4.6. Producción directa e indirecta de centros: análisis <i>Bottom-up</i> ....	269
5.5. Líneas de desarrollo futuro .....	271
<b>6. CONCLUSIONES .....</b>	<b>275</b>
6.1. Sobre los análisis bibliométricos a nivel micro.....	277
6.2. Sobre la metodología de análisis desarrollada .....	277
6.3. Sobre la producción general de las áreas del CSIC .....	278
6.4. Sobre el análisis individual de los investigadores del CSIC.....	279
6.5. Recomendaciones .....	281
<b>7. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>285</b>
<b>8. ANEXOS .....</b>	<b>327</b>
Anexo 1. Clasificación de las disciplinas del JCR en 11 categorías temáticas generales.....	329
Anexo 2. Revistas de publicación de los documentos .....	333
Anexo 3. Distribución temática de los documentos en las tres áreas científicas.....	346
Anexo 4. Impacto de la colaboración según países colaboradores .....	383
Anexo 5. Actividad científica de los investigadores a nivel individual .....	386

## Índice general de Figuras

Figura 3.1. Modelo relacional de tratamiento de los datos procedentes de Thomson-ISI.....	73
Figura 3.2. Modelo relacional con datos de investigadores.....	82
Figura 3.3. Zonas en las que se clasifican los investigadores.....	97
Figura 4.1. Solapamiento de la producción entre áreas .....	105
Figura 4.2. Evolución del número de documentos en las tres áreas analizadas.....	107
Figura 4.3. Evolución de la producción científica en las tres áreas analizadas, el conjunto del CSIC y España .....	107
Figura 4.4. Evolución de las citas (V3) por área científica: periodo 1994-2002 .....	109
Figura 4.5. Evolución de las citas (V3) por área científica: periodo 1994-2002 (Índices de variación con año base=1994) .....	110
Figura 4.6. Distribución del número de citas por documento en las tres áreas.....	110
Figura 4.7. Evolución del ratio de citas (V3) por documentos en las tres áreas.....	111
Figura 4.8. Evolución del ratio de citas (V3) por documento en las tres áreas (Índices de variación con año base=1994) .....	112
Figura 4.9. Evolución del Factor de Impacto medio de los documentos .....	113
Figura 4.10. Evolución de la Posición Normalizada media de los documentos .....	114
Figura 4.11. Distribución del número de referencias por documento en las tres áreas .....	115
Figura 4.12. Evolución del número de referencias por documento en las tres áreas.....	115
Figura 4.13. Evolución del número de referencias por documento en las tres áreas (Índices de variación con año base=1994) .....	116
Figura 4.14. Distribución del número de páginas por documento en las tres áreas.....	117
Figura 4.15. Evolución del número de páginas por documento en las tres áreas.....	117
Figura 4.16. Evolución del número de páginas por documento para las tres áreas (Índices de variación con año base=1994) .....	118
Figura 4.17. Distribución de los tipos documentales por áreas .....	119
Figura 4.18. Concentración de documentos por revistas para las tres áreas .....	121
Figura 4.19. Evolución de JCSm por áreas .....	122
Figura 4.20. Evolución del FCSm por áreas .....	123
Figura 4.21. Evolución del CPP/JCSm por áreas .....	124
Figura 4.22. Evolución del CPP/FCSm por áreas.....	125
Figura 4.23. Distribución de la producción por grandes categorías temáticas: Biología y Biomedicina .....	126
Figura 4.24. Evolución de la producción de Biología y Biomedicina en las principales categorías temáticas (comparación con España) (Índices de variación con año base=1994) .....	127
Figura 4.25. Distribución de las citas por categorías temáticas: Biología y Biomedicina .....	128
Figura 4.26. Principales disciplinas JCR de Biología y Biomedicina en función del Factor de Impacto Relativo y las Citas por Documento Relativas.....	131
Figura 4.27. Distribución de la producción por categorías temáticas: Ciencia de Materiales ..	132
Figura 4.28. Evolución de la producción de Ciencia de Materiales en las principales categorías temáticas (comparación con España) (Índices de variación con año base=1994) .....	134
Figura 4.29. Distribución de las citas por categorías temáticas: Ciencia de Materiales.....	135
Figura 4.30. Principales disciplinas temáticas de Ciencia de Materiales en función del Factor de Impacto Relativo y las Citas por Documento Relativas.....	138
Figura 4.31. Distribución de la producción por categorías temáticas: Recursos Naturales .....	139
Figura 4.32. Evolución de la producción de Recursos Naturales en la principal categoría temática (comparación con España) (Índices de variación con año base=1994) .....	140
Figura 4.33. Distribución de las citas por categoría temática: Recursos Naturales .....	141
Figura 4.34. Principales disciplinas temáticas de Ciencia de Materiales en función del Factor de Impacto Relativo y las Citas por Documento Relativas.....	144
Figura 4.35. Distribución de la producción según el tipo de colaboración.....	145
Figura 4.36. Distribución del número de Autores y de Centros por documento en las tres áreas científicas .....	145
Figura 4.37. Producción científica por tipo de colaboración en las tres áreas .....	148

Figura 4.38. Evolución del número total de citas (V3) por tipo de colaboración en las tres áreas .....	149
Figura 4.39. Evolución de las citas (V3) por documento por tipo de colaboración por áreas ..	150
Figura 4.40. Distribución de las citas (V3) por documento por tipo de colaboración y por áreas .....	151
Figura 4.41. Evolución del Factor de Impacto medio por tipo de colaboración por áreas.....	153
Figura 4.42. Distribución del Factor de Impacto por tipo de colaboración y por áreas.....	154
Figura 4.43. Evolución de la Posición Normalizada media por tipo de colaboración y por áreas .....	155
Figura 4.44. Distribución de la Posición Normalizada por tipo de colaboración y por áreas....	156
Figura 4.45. Evolución temporal del número medio de autores y centros por documento.....	157
Figura 4.46. Distribución porcentaje de documentos por zonas geográficas de colaboración internacional .....	159
Figura 4.47. Distribución del porcentaje de citas (V3) por zonas geográficas de colaboración internacional y áreas.....	160
Figura 4.48. Distribución de las citas (V3) por documento por zonas geográficas de colaboración y áreas .....	162
Figura 4.49. Distribución del Factor de Impacto por zonas geográficas de colaboración y áreas .....	164
Figura 4.50. Distribución de la Posición Normalizada por zonas geográficas de colaboración y áreas .....	165
Figura 4.51. Distribución de los investigadores por áreas científicas .....	166
Figura 4.52. Distribución del número de investigadores por edad.....	167
Figura 4.53. Pirámide de edad de los investigadores desagregada por género .....	167
Figura 4.54. Pirámide de edad de los investigadores desagregada por género y por áreas ...	168
Figura 4.55. Evolución de la edad media de entrada en el CSIC (a) y del número de investigadores que entraron cada año (b): 1986-2005.....	169
Figura 4.56. Distribución de los investigadores por edad y años en el CSIC .....	169
Figura 4.57. Distribución de los investigadores por Categoría Profesional .....	170
Figura 4.58. Distribución de los investigadores por edad y años en el CSIC según Categoría Profesional y área científica .....	171
Figura 4.59. Distribución de los indicadores por área científica .....	172
Figura 4.60. Distribución de los indicadores FCSm y JCSm por área científica .....	173
Figura 4.61. Actividad científica de los investigadores según Categoría Profesional .....	174
Figura 4.62. Distribución de los indicadores FCSm y JCSm por Categoría Profesional .....	175
Figura 4.63. Actividad científica de los investigadores por Categoría Profesional y área científica .....	176
Figura 4.64. Distribución de los indicadores FCSm y JCSm por Categoría Profesional y área científica .....	177
Figura 4.65. Distribución de los indicadores por grupos de edad y área científica .....	179
Figura 4.66. Distribución de los investigadores por Clase Científica para las áreas analizadas .....	180
Figura 4.67. Distribución de los indicadores por clase y área científica .....	182
Figura 4.68. Distribución de Investigadores por Categoría Profesional y Clase Científica .....	183
Figura 4.69. Distribución de Investigadores por Categoría Profesional y Clase Científica para las tres áreas.....	184
Figura 4.70. Distribución de la edad, años en el CSIC y años en la misma Categoría Profesional por áreas y Clase Científica .....	185
Figura 4.71. Distribución de la edad, años en el CSIC y años en la misma Categoría Profesional por Clase Científica para las tres áreas.....	186
Figura 4.72. Evolución del ratio de citas (V3) por documento en función de la edad de los investigadores.....	187
Figura 4.73. Evolución de la Posición Normalizada media en función de la edad de los investigadores.....	188
Figura 4.74. Evolución del Factor de Impacto medio en función de la edad de los investigadores.....	189
Figura 4.75. Distribución de documentos según su publicación antes o después de la incorporación al CSIC .....	190
Figura 4.76. Impacto y visibilidad de los documentos publicados antes y después de la incorporación al CSIC (con documentos antes desagregados en tipos).....	191

Figura 4.77. Distribución del año de publicación de los documentos en función del lugar de trabajo de los investigadores (extranjero o España).....	192
Figura 4.78. Distribución del impacto y la visibilidad de los documentos en función del lugar de trabajo de los investigadores (extranjero o España).....	193
Figura 4.79. Distribución del porcentaje de documentos en el extranjero por Clase Científica .....	193
Figura 4.80. Distribución del porcentaje de documentos en el extranjero por categorías científicas .....	194
Figura 4.81. Distribución del porcentaje de documentos en el extranjero por grupos de edad .....	195
Figura 4.82. Evolución de la media del porcentaje de documentos en el extranjero por edad .....	196
Figura 4.83. Distribución del número de referencias por documento por clases y áreas científicas .....	197
Figura 4.84. Distribución del número de referencias por artículo por clases y áreas científicas .....	197
Figura 4.85. Distribución del número de referencias por documento por clases y áreas científicas: documentos con 1 solo autor.....	198
Figura 4.86. Distribución del número de referencias externas por documento por clases y áreas científicas .....	198
Figura 4.87. Distribución del número de Revisiones por clases y áreas .....	199
Figura 4.88. Distribución del número de páginas por documento de los investigadores .....	200
Figura 4.89. Distribución de la posición de firma de los investigadores por Categoría Profesional y por áreas .....	201
Figura 4.90. Distribución de la posición de firma de los investigadores por grupo de edad y por áreas .....	202
Figura 4.91. Distribución de la posición de firma por Clase Científica y por áreas .....	202
Figura 4.92. Evolución de la posición de firma con la edad: Recursos Naturales.....	203
Figura 4.93. Evolución de la posición de firma con la edad: Biología y Biomedicina.....	204
Figura 4.94. Evolución de la posición de firma con la edad: Ciencia de Materiales.....	205
Figura 4.95. Evolución de la posición de firma por años de entrada en el CSIC: Recursos Naturales.....	206
Figura 4.96. Evolución de la posición de firma por años de entrada en el CSIC: Biología y Biomedicina.....	206
Figura 4.97. Evolución de la posición de firma por años de entrada en el CSIC: Ciencia de Materiales.....	207
Figura 4.98. Distribución del número de autores por documento de los investigadores .....	208
Figura 4.99. Distribución del número total de coautores de los investigadores .....	208
Figura 4.100. Distribución del número medio de centros por documento de los investigadores .....	209
Figura 4.101. Distribución del porcentaje de documentos en colaboración por investigador ..	210
Figura 4.102. Distribución del porcentaje de documentos en colaboración internacional por investigador .....	210
Figura 4.103. Distribución del porcentaje de documentos en colaboración nacional por investigador .....	211
Figura 4.104. Distribución del porcentaje de documentos sin colaboración institucional por investigador .....	212
Figura 4.105. Mapa de colaboración entre los investigadores de las tres áreas analizadas ...	213
Figura 4.106. Mapa de colaboración entre los investigadores de Recursos Naturales.....	214
Figura 4.107. Mapa de colaboración entre los investigadores de Biología y Biomedicina.....	215
Figura 4.108. Mapa de colaboración entre investigadores de Ciencia de Materiales .....	216
Figura 4.109. Mapa de colaboración entre centros de Biología y Biomedicina.....	221
Figura 4.110. Mapa de colaboración entre centros de Ciencia de Materiales.....	224
Figura 4.111. Mapa de colaboración entre centros de Recursos Naturales.....	227



## Índice general de Tablas

Tabla 3.1. Distribución de investigadores por áreas científicas .....	57
Tabla 3.2. Centros con investigadores en el área de Biología y Biomedicina.....	59
Tabla 3.3. Centros con investigadores en el área de Recursos Naturales.....	60
Tabla 3.4. Centros con investigadores en el área de Ciencia de Materiales.....	62
Tabla 3.5. Ejemplo de la tabla Autor-Centro .....	79
Tabla 3.6. Ejemplo de autores a los que no se les ha podido asignar institución. ....	79
Tabla 3.7. Ejemplo de firmas que se han asociado a investigadores objeto de estudio .....	80
Tabla 3.8. Ejemplos de coautores entre firmas similares .....	81
Tabla 3.9. Resumen de los pasos metodológicos realizados para seleccionar una muestra de investigadores con Curriculum Vitae en Internet.....	85
Tabla 3.10. Datos relativos a la revisión del CV de los investigadores por áreas científicas .....	86
Tabla 3.11. Cómputo de documentos perdidos en el conjunto de la muestra analizada .....	86
Tabla 3.12. Cómputo de documentos perdidos en función de las áreas científicas de los investigadores analizados .....	87
Tabla 3.13. Estimación del porcentaje de pérdida de documentos por investigador .....	87
Tabla 3.14. Estimación de la pérdida de documentos de los investigadores por áreas científicas .....	88
Tabla 3.15. Análisis factorial de los indicadores del perfil bibliométrico (todas las áreas) .....	94
Tabla 3.16. Análisis factorial de los indicadores del perfil bibliométrico: matriz de componentes rotados .....	95
Tabla 3.17. Valores máximos de los diferentes indicadores por área científica .....	96
Tabla 3.18. Percentiles 25 (P25) y 75 (P75) para la clasificación de investigadores en clases.....	97
Tabla 3.19. Distribución de los investigadores por clases .....	98
Tabla 3.20. Clasificación general por agregación de perfiles de investigación .....	100
Tabla 4.1. Evolución temporal del número de documentos: periodo 1994-2004 .....	106
Tabla 4.2. Evolución temporal de número total de citas (ventana variable): periodo 1994-2004 .....	108
Tabla 4.3. Evolución temporal del número de citas (V3): periodo 1994-2002.....	109
Tabla 4.4. Evolución ratio de citas (V3) por documento: periodo 1994-2002.....	111
Tabla 4.5. Evolución del Factor de Impacto medio .....	112
Tabla 4.6. Evolución de la Posición Normalizada media .....	113
Tabla 4.7. Evolución del número medio de referencias por documento.....	114
Tabla 4.8. Evolución del número de páginas por documento.....	116
Tabla 4.9. Distribución de la producción por tipos documentales.....	118
Tabla 4.10. Distribución de los idiomas de publicación de los documentos por áreas.....	119
Tabla 4.11. Tabla resumen de datos generales de distribución por revistas de la producción de las áreas analizadas.....	120
Tabla 4.12. Evolución del JCSm por áreas.....	122
Tabla 4.13. Evolución del FCSm por áreas .....	123
Tabla 4.14. Evolución del CPP/JCSm por áreas .....	123
Tabla 4.15. Evolución del CPP/FCSm por áreas .....	124
Tabla 4.16. Evolución de la producción de Biología y Biomedicina por categorías temáticas.....	126
Tabla 4.17. Porcentaje de la producción de Biología y Biomedicina sobre el conjunto de España en las mismas categorías temáticas.....	127
Tabla 4.18. Porcentaje de las citas de Biología y Biomedicina sobre el conjunto de España en las mismas categorías temáticas.....	128
Tabla 4.19. Evolución de las citas (V3) de Biología y Biomedicina por categorías temáticas: periodo 1994-2002 .....	129
Tabla 4.20. Evolución del ratio de citas (V3) por documento de Biología y Biomedicina por categorías temáticas: periodo 1994-2002.....	130
Tabla 4.21. Evolución del Factor de Impacto medio de Biología y Biomedicina por categorías temáticas .....	130
Tabla 4.22. Evolución de la Posición Normalizada media de Biología y Biomedicina por categorías temáticas .....	130
Tabla 4.23. Evolución de la producción de Ciencia de Materiales por categorías temáticas.....	133
Tabla 4.24. Porcentaje de la producción de Ciencia de Materiales sobre el conjunto de España en las mismas categorías temáticas.....	133

Tabla 4.25. Porcentaje de las citas de Ciencia de Materiales sobre el conjunto de España en las mismas categorías temáticas.....	135
Tabla 4.26. Evolución de las citas (V3) de Ciencia de Materiales por categorías temáticas: periodo 1994-2002 .....	136
Tabla 4.27. Evolución del ratio de citas (V3) por documento de Ciencia de Materiales por categorías temáticas: periodo 1994-2002.....	136
Tabla 4.28. Evolución del Factor de Impacto medio de Ciencia de Materiales por categorías temáticas .....	136
Tabla 4.29. Evolución de la Posición Normalizada media de Ciencia de Materiales por categorías temáticas .....	137
Tabla 4.30. Evolución de la producción de Recursos Naturales por categorías temáticas.....	139
Tabla 4.31. Porcentaje de la producción de Recursos Naturales sobre el conjunto de España en las mismas categorías temáticas.....	139
Tabla 4.32. Porcentaje de las citas de Recursos Naturales sobre el conjunto de España en las mismas categorías temáticas .....	141
Tabla 4.33. Evolución de las citas (V3) de Recursos Naturales por categorías temáticas: periodo 1994-2002 .....	142
Tabla 4.34. Evolución del ratio de citas (V3) por documento de las categorías temáticas de Recursos Naturales: periodo 1994-2002 .....	142
Tabla 4.35. Evolución del Factor de Impacto medio de Recursos Naturales por categorías temáticas .....	142
Tabla 4.36. Evolución de la Posición Normalizada media de Recursos Naturales por categorías temáticas: periodo 1994-2004.....	143
Tabla 4.37. Número medio de autores y centros por documento por tipo de colaboración institucional en las tres áreas .....	146
Tabla 4.38. Evolución de los documentos por tipo de colaboración y áreas.....	147
Tabla 4.39. Evolución del número de citas (V3) por tipo de colaboración y áreas.....	148
Tabla 4.40. Evolución del número de citas (V3) por documento por tipo de colaboración y áreas.....	150
Tabla 4.41. Evolución del Factor de Impacto medio por tipo de colaboración y áreas .....	152
Tabla 4.42. Evolución de la Posición Normalizada por tipo de colaboración y áreas .....	154
Tabla 4.43. Evolución temporal de la producción por zonas geográficas de colaboración y áreas.....	158
Tabla 4.44. Evolución temporal de las citas (V3) por zonas geográficas de colaboración y áreas.....	160
Tabla 4.45. Evolución temporal de las citas (V3) por documento por zonas geográficas de colaboración y áreas .....	161
Tabla 4.46. Evolución temporal del Factor de Impacto medio por zonas geográficas de colaboración y áreas .....	163
Tabla 4.47. Evolución temporal de la Posición Normalizada media por zonas geográficas de colaboración y áreas .....	164
Tabla 4.48. Edad media de acceso al CSIC de los investigadores .....	168
Tabla 4.49. Distribución de los investigadores por Categoría Profesional y Clase Científica ..	183
Tabla 4.50. Producción por centros: Biología y Biomedicina.....	218
Tabla 4.51. Producción por centros: Ciencia de Materiales .....	222
Tabla 4.52. Producción por centros: Recursos Naturales .....	225
Tabla Anexo 1.1. Categorías temáticas generales .....	329
Tabla Anexo 1.2. Relación entre las Categorías temáticas generales y las Disciplinas JCR ..	329
Tabla Anexo 2.1. Principales revistas de publicación de los documentos en Biología y Biomedicina (sólo revistas con 10 o más documentos).....	333
Tabla Anexo 2.2. Principales revistas de publicación de los documentos en Ciencia de Materiales (sólo revistas con 10 o más documentos).....	337
Tabla Anexo 2.3. Principales revistas de publicación de los documentos en Recursos Naturales (sólo revistas con 10 o más documentos).....	341
Tabla Anexo 2.4. Revistas españolas en cada una de las tres áreas del CSIC.....	345
Tabla Anexo 3.1. Distribución de documentos por disciplinas JCR y por años: Biología y Biomedicina.....	346
Tabla Anexo 3.2. Citas por documento por disciplinas JCR: Biología y Biomedicina .....	350
Tabla Anexo 3.3. Factor de Impacto medio por disciplinas JCR: Biología y Biomedicina.....	353

Tabla Anexo 3.4. Posición Normalizada media por disciplinas JCR: Biología y Biomedicina..	356
Tabla Anexo 3.5. Distribución de documentos por disciplinas JCR y por años:	
Ciencia de Materiales.....	358
Tabla Anexo 3.6. Citas por documento por disciplinas JCR: Ciencia de Materiales .....	361
Tabla Anexo 3.7. Factor de Impacto medio por disciplinas JCR: Ciencia de Materiales .....	364
Tabla Anexo 3.8. Posición Normalizada media por disciplinas JCR: Ciencia de Materiales ...	367
Tabla Anexo 3.9. Distribución de documentos por disciplinas JCR y por años:	
Recursos Naturales.....	370
Tabla Anexo 3.10. Citas por documento por disciplinas JCR: Recursos Naturales .....	374
Tabla Anexo 3.11. Factor de Impacto medio por disciplinas JCR: Recursos Naturales .....	377
Tabla Anexo 3.12. Posición Normalizada media por disciplinas JCR: Recursos Naturales.....	380
Tabla Anexo 4.1. Países colaboradores en Biología y Biomedicina (>40 documentos) .....	383
Tabla Anexo 4.2. Países colaboradores en Ciencia de Materiales (>40 documentos) .....	384
Tabla Anexo 4.3. Países colaboradores en Recursos Naturales (>40 documentos) .....	385
Tabla Anexo 5.1. Edad y Años en el CSIC por Categoría Profesional y área.....	386
Tabla Anexo 5.2. Caracterización bibliométrica de los investigadores según	
Categoría Profesional y área .....	387
Tabla Anexo 5.3. Caracterización bibliométrica de los investigadores según grupo de edad	
y área .....	388
Tabla Anexo 5.4. Caracterización bibliométrica de los investigadores según Clase Científica	
y área .....	389
Tabla Anexo 5.5. Significación estadística de la comparación entre áreas dentro de cada	
Clase Científica .....	390
Tabla Anexo 5.6. Distribución de los investigadores por Categoría Profesional y	
Clase Científica por áreas.....	391
Tabla Anexo 5.7. Edad, Años en el CSIC y Años en la misma categoría de los	
investigadores por Clase Científica y por áreas .....	392
Tabla Anexo 5.8. Edad, Años en el CSIC y Años en la misma categoría de los	
investigadores por Clase Científica para cada Categoría Profesional	
y por áreas .....	393
Tabla Anexo 5.9. Significación estadística de la comparación entre Clases Científicas	
dentro de cada Categoría Profesional .....	396
Tabla Anexo 5.10. Indicadores de impacto y visibilidad de los documentos publicados por	
los investigadores antes y después de obtener la plaza en el CSIC	
por áreas .....	397
Tabla Anexo 5.11. Indicadores de impacto y visibilidad de los documentos publicados	
Antes (desagregados en tipos) y Después de obtener la plaza en el CSIC	
por áreas .....	398
Tabla Anexo 5.12. Año de publicación, impacto y visibilidad de los documentos publicados	
por los investigadores del CSIC en España y en el extranjero por áreas ...	399
Tabla Anexo 5.13. Porcentaje de documentos en el extranjero por áreas .....	400
Tabla Anexo 5.14. Análisis del número de referencias y páginas por documento por	
Clase Científica y por áreas .....	403
Tabla Anexo 5.15. Posición de firma por áreas .....	404
Tabla Anexo 5.15. Indicadores de colaboración por Clase Científica y por áreas .....	407



## **Capítulo 1. INTRODUCCIÓN**

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. La evaluación de la actividad investigadora

La actividad científica es un fenómeno de vital importancia para la sociedad actual ya que los resultados de la investigación influyen de forma directa en la calidad de vida del ser humano. La actividad científica y el desarrollo experimental comprenden el trabajo creativo llevado a cabo de forma sistemática para incrementar el volumen de conocimientos, incluido el conocimiento del hombre, la cultura y la sociedad, y el uso de esos conocimientos para crear nuevas aplicaciones (OCDE, 2003).

La investigación repercute sobre el desarrollo económico, político, social y cultural de los países, basándose en ella las expectativas del bienestar social. La ciencia es por tanto, un motor de innegable valor para la sociedad, siendo la principal autoridad cognitiva actual (Sanz Menéndez y Santesmases, 1996). La investigación científica se considera así una inversión productiva esencial, aunque sus efectos económicos sólo pueden apreciarse a medio y largo plazo (Sanz Menéndez y Castells, 1991).

La empresa científica ha evolucionado a lo largo del tiempo, y actualmente ofrece grandes diferencias con la actividad científica desarrollada en tiempos pasados. García Zorita (2000) describe la ciencia actual con las siguientes características:

- **Tamaño:** la ciencia actual se describe por su gran tamaño, el de los recursos (económicos, técnicos, humanos, etc.) que emplea, el de las grandes instituciones que toman parte en ella, etc.
- **Multidisciplinariedad:** la ciencia tiene una creciente complejidad que hace necesario para su desarrollo la utilización de conocimientos de diversas disciplinas para acometer cualquier proyecto.
- **Colaboración:** producto de la anterior característica, la ciencia actual necesita ser llevada a cabo por grupos de investigación, en los que pueden intervenir científicos de diferentes disciplinas, centros y países.
- **Social:** la ciencia actual es una ciencia social, dado que depende de la sociedad a la que sirve y a la que debe devolver sus resultados y productos.
- **Mensurable:** la ciencia es una actividad cuantificable a la que se le puede aplicar su propio método y sus propios instrumentos para generalizar, plantear hipótesis y sacar conclusiones.
- **Contemporaneidad y crecimiento exponencial:** actualmente vivimos el mayor auge científico de todos los tiempos, llegándose a formular que del 80 al 90% de todos los científicos que han existido jamás están actualmente vivos.

- Recursos: todo este desarrollo científico actual tiene su precio y éste es la gran cantidad de recursos (económicos, materiales, humanos, etc.) necesarios para su desarrollo y funcionamiento.

Lamentablemente, los recursos económicos y materiales que se pueden destinar a la investigación son limitados incluso en los países más desarrollados, por esta razón se deben asignar de la forma más eficiente posible a aquellos agentes que presentan las mejores garantías de aprovechamiento de los mismos. Surge aquí la necesidad de evaluar la actividad científica con el fin de identificar a aquellos investigadores, grupos, centros u organismos que hacen buen uso de los recursos realizando investigación de calidad, siendo la promoción de la calidad científica otro de los propósitos fundamentales de la actividad evaluativa (van Raan, 1996). Sancho (1990) indica que evaluar el rendimiento de la actividad científica y su impacto en la sociedad tiene el fin primordial de facilitar la adecuada asignación de los recursos destinados a investigación. Moravcsik (1989) plantea que es necesario evaluar el rendimiento de la actividad científica debido al gran impacto que sus resultados tienen para la sociedad. Sanz Menéndez y Castells (1991) sugieren que el desarrollo de la investigación científica depende de los recursos económicos que la sociedad está dispuesta a invertir para tal fin, pero también de la capacidad de las instituciones científicas para utilizar eficientemente dichos recursos. Bellavista et al (1991) plantean que la investigación es susceptible de ser evaluada de la misma manera que lo son otras actividades intelectuales y profesionales. Otras razones que justifican la necesidad de la evaluación científica son la demanda de una mayor transparencia en la concesión de recursos para la actividad investigadora así como la necesidad de una mayor y mejor información para la toma de decisiones de los gestores y administradores científicos.

García Zorita (2000) citando a Martin (1996), propone diversas razones que explican la necesidad de evaluar la investigación, especialmente la mantenida con fondos gubernamentales:

- Factor de sofisticación: según el cual los costes crecientes de la ciencia se deben a la cada vez mayor complejidad de sus instrumentos e infraestructuras.
- Necesidad de una gran selectividad en la distribución de recursos (King, 1987): observándose que los comités científicos tienen dificultades para priorizar entre las áreas a las que hay que asignar los recursos.
- Incremento de las restricciones en el gasto público: lo que hace más dificultosa la asignación de fondos públicos y exige la justificación del gasto público por parte de los gobiernos.

Se pone así de manifiesto una creciente necesidad de evaluar la actividad científica que debe ser realizada a partir de los medios más transparentes y objetivos posibles. La evaluación permite conocer mejor el sistema científico de los países, poniendo de relieve sus problemas y ventajas y permitiendo adoptar medidas que favorezcan su desarrollo. También los propios investigadores son los primeros interesados en la utilización de métodos científicos cuantitativos y

cualitativos con el fin de evaluar su propia actividad, asumiendo, como otros colectivos profesionales, que se evalúe su actividad y se otorguen incentivos para premiar los resultados positivos de ésta (Escribano y Viladiú, 1996).

Sin embargo, la complejidad propia de la empresa científica que se manifiesta a través de su multidimensionalidad y carácter social, dificulta la determinación y el establecimiento de métodos evaluativos claros, objetivos y aceptados de forma universal. Además, el análisis y evaluación de la actividad científica pueden tener efectos directos sobre dicha actividad individual. En este sentido, aunque de modo general la principal motivación de los investigadores es la creación de nuevo conocimiento en sus diferentes áreas científicas, el interés por obtener un reconocimiento, que constituye una recompensa (Luukonen, 1992) y les motiva para llevar a cabo su trabajo (Fernández Esquinas et al, 2006) también juega un importante papel. El uso de metodologías inadecuadas para valorar la actividad científica puede provocar cambios en los hábitos de trabajo de los investigadores que no siempre se corresponden con una mejora del trabajo científico, tal y como han planteado autores como Walford (1999), Butler (2003) o Weingart (2005). Esto se explica por el hecho de que el comportamiento de los investigadores puede adaptarse a los criterios de la evaluación, en lugar de primar los objetivos científicos y la generación de nuevo conocimiento.

Por esta razón, la evaluación de la actividad investigadora debe realizarse desde diversas perspectivas, con enfoques multidimensionales que combinen varios indicadores (Lewison et al, 2007), evitando la manipulabilidad por parte de los propios evaluados y buscando la mayor objetividad posible.

En términos generales las principales características que un buen análisis o evaluación de la actividad investigadora debe reunir pueden sintetizarse en las tres siguientes:

1. Objetividad. Los datos, análisis y juicios derivados de la evaluación deben realizarse desde la mayor neutralidad posible, evitando la influencia de sesgos ideológicos, personales, o de cualquier otra índole.
2. Independencia. Los análisis y evaluaciones deben realizarse con total autonomía, sin que estos sean manipulables por los propios evaluados. En esta línea, también se podría mencionar que los indicadores no deben modificar las conductas de los investigadores, a no ser que este cambio de conducta implique una mejora cualitativa del desempeño científico.
3. Transparencia. Deben ser transparentes y, en la medida de lo posible, reproducibles.

Por todo ello, cualquier metodología o planteamiento de evaluación científica debe tener en cuenta estos tres aspectos.

### 1.1.1. Métodos de análisis y evaluación de la actividad investigadora

Como se ha visto, la evaluación científica necesita de métodos y técnicas para alcanzar sus objetivos de la forma más eficaz y fiable posible. En términos generales, los métodos de análisis y evaluación de la actividad investigadora están compuestos por indicadores que permiten analizar determinados aspectos de la actividad investigadora y establecer parámetros de comparación que faciliten la toma de decisiones en política científica. El sistema por excelencia para la evaluación científica es el juicio de expertos, aunque éste presenta la limitación de su subjetividad, por lo que es muy recomendable complementarlo con indicadores cuantitativos que aporten objetividad.

Para García Zorita (2000) la literatura relacionada con la evaluación de la investigación se puede subdividir en función de su metodología en dos grandes grupos: un primer grupo que mide aspectos cualitativos de la investigación científica, y un segundo grupo con intereses centrados en los aspectos más cuantitativos. Otros autores como Sancho (1990) y Bordons (2001) plantean que los indicadores empleados para valorar la ciencia se pueden estructurar en indicadores de *input* e indicadores de *output*; los primeros hacen referencia a aquellos recursos materiales y humanos con los que se cuenta para el desarrollo de la actividad científica (presupuestos, número de investigadores, equipos, materiales, etc.), y los segundos se centran en los resultados y productos procedentes de la actividad científica y tecnológica (artículos, patentes, etc.). Éstos se pueden clasificar a su vez en cuantitativos, que miden la productividad o cantidad de publicaciones y cualitativos, que evalúan la calidad científica de los trabajos.

Los indicadores bibliométricos desempeñan un papel importante en el estudio del *output* de la actividad científica. En esta línea, la Bibliometría tiene por objeto el tratamiento y estudio de datos cuantitativos procedentes de las publicaciones científicas, de forma que la validez de los indicadores bibliométricos para estudiar la actividad investigadora se basa en la asunción de que las publicaciones científicas juegan un papel esencial en la difusión del nuevo conocimiento generado en la investigación (Bordons y Zulueta, 1999).

Por su parte, Sancho (1990) establece que los indicadores que miden la calidad científica están basados en las opiniones de expertos, mientras que los que se centran en la cuantificación de la actividad científica son los elaborados a partir de recuentos de publicaciones.

Finalmente, cabe tener en cuenta la afirmación de Escribano y Viladiú (1996) de que es necesario crear mecanismos que, merced a su sencillez o su automatización (en una época donde las soluciones informáticas están al alcance de todos) permitan reducir sustancialmente el nivel de complejidad y el volumen de información a evaluar, sin aumentar en exceso el tiempo necesario para resolver las actividades que se evalúan. De este modo se entiende que el desarrollo e implementación de métodos de evaluación no demasiado costosos y que permitan obtener datos válidos para la ejecución de las evaluaciones es una actividad indispensable para el desarrollo científico contemporáneo.

### 1.1.1.1. Juicio de expertos o *peer review*

El juicio de expertos es el método imperante y más tradicional en el mundo científico como mecanismo de evaluación de la calidad de la investigación, que se viene usando desde antes de los años 60, y constituye una pieza clave en la toma de decisiones de política científica (Luukkonen-Gronow, 1987; García Zorita, 2000; Bordons, 2001). Este sistema constituye una práctica ordinaria para la atribución de fondos para la investigación (Sanz Menéndez, 2004), la evaluación del desempeño científico de los investigadores (Sonnert, 1995) o la aceptación de artículos para su publicación, dotando a los mismos de una acreditación y validez, además de asegurar cierto control de calidad sobre su contenido.

El denominado juicio de expertos consiste en solicitar la opinión profesional de científicos, que son considerados expertos sobre una materia concreta, acerca de la calidad de la actividad y el interés de la investigación de una unidad concreta de análisis (un centro, un grupo de investigación, un individuo, un artículo, etc.), y con una finalidad concreta (concesión de plazas, aprobación de proyectos, asignación de recursos, aceptación de artículos para publicación, etc.). Según la finalidad de la evaluación, los expertos tendrán en cuenta determinados aspectos del objeto evaluado: en la evaluación para admitir trabajos en revistas o congresos se centra en la calidad científica y novedosa de la contribución presentada; cuando se realizan evaluaciones con fines de concesión de plazas y recursos, se valora la trayectoria profesional del investigador, su producción bibliográfica, los premios recibidos, su capacidad docente, y otros aspectos relativos al prestigio y a los méritos de los científicos evaluados.

Actualmente, las restricciones presupuestarias imperantes y, en consecuencia, la necesidad de selección y reparto objetivo de los limitados recursos, provoca que los juicios de expertos estén sujetos a una gran presión. Esta es una de las razones por las que este sistema de evaluación ha sido objeto de diversas críticas, entre las que se pueden destacar las sistematizadas por King (1987):

- La parcialidad de los expertos es un problema creciente. A medida que se concentran las capacidades de investigación en un núcleo reducido de grandes centros, se hace cada vez más difícil encontrar expertos sin intereses creados en el proceso de revisión. En este sentido, para el caso de España, la existencia de sistemas endogámicos que controlan lo que se considera “mérito” ha sido señalada frecuentemente (Mora, 2001; Cordero Rivera, 2003; Bosch, 2006), indicándose en esta línea que los juicios de expertos no son fácilmente separables de las redes informales constituidas por los individuos más poderosos de los campos científicos (Vázquez-Cupeiro, 2006).
- Las relaciones entre antiguos colegas hace que las áreas establecidas o consolidadas reciban un mayor reconocimiento que las áreas nuevas o emergentes, dado que se puede tender a fomentar ámbitos más conservadores e incluso la creación de *lobbies* (Rojo, 1999). De igual modo, cuando dichas áreas entran en declive también son protegidas por un cierto sentido de lealtad.

- El efecto *halo* (Sonnert, 1995) aumenta la probabilidad de que los científicos más visibles o los departamentos e institutos de mayor prestigio sean evaluados favorablemente, incluso a pesar del anonimato imperante en algunos procesos de evaluación como por ejemplo en el proceso de revisión de artículos para su publicación en revistas (Bauch, 2006).
- Los distintos expertos tienen frecuentemente ideas muy diferentes sobre los aspectos de la investigación que deben evaluar, qué criterios deben usar y cómo deben interpretarlos.
- Existe la idea de que entre los científicos hay acuerdo sobre lo que constituye un trabajo de buena calidad, pero este consenso no siempre es real, especialmente entre las especialidades más nuevas, lo cual se demuestra en el hecho de que en ocasiones las revistas rechazan buenos trabajos que posteriormente han sido muy citados (Campanario, 1993).
- Los costes del proceso de evaluación, tanto en dinero como en tiempo, son elevados y normalmente ignorados. En este sentido los juicios de expertos sólo son aplicables a pequeñas unidades, siendo recomendable emplear otros sistemas de evaluación en el caso de grandes unidades (Bordons y Zulueta, 1999).

Otros inconvenientes han sido destacados por Pienaar et al (2000) y por Sonnert (1995):

- El proceso de evaluación no siempre indica a los investigadores como mejorar su actividad.
- Los investigadores más jóvenes pueden tener más dificultades para superar el sistema si no tienen un respaldo institucional. En este sentido van Raan (1996) destaca que los expertos suelen conocer menos los avances y los logros de los investigadores más jóvenes, pudiendo derivar esto en un sesgo hacia los investigadores más maduros.
- El problema desmotivador de las evaluaciones negativas.
- Se beneficia a los especialistas sobre los generalistas, ya que a mayor especialización es más fácil destacar.
- Los expertos muchas veces no leen los trabajos de los candidatos evaluados.
- Carencia de tiempo de los expertos para llevar a cabo la evaluación adecuadamente.
- Falta de conocimiento de las subespecialidades de los candidatos.

Asimismo, King (1987) plantea una serie de sugerencias para mejorar este proceso:

- Derecho de réplica de los investigadores a las críticas recibidas por sus trabajos.
- Uso de expertos externos, especialmente de otros países, para garantizar la objetividad de la evaluación además de evitar posibles conflictos de intereses.
- Directrices claras sobre los criterios de evaluación a emplear.
- Uso de indicadores científicos objetivos para complementar el proceso de juicio de expertos.
- En el proceso de revisión de los artículos antes de su publicación, se deberían añadir evaluaciones adicionales si los artículos presentan resultados muy novedosos e innovadores que puedan suponer un impacto significativo tanto en la comunidad científica como en la sociedad en general, y evitar así (o al menos dificultar) los casos de fraude científico (Delgado López-Cózar et al, 2007; Yaguer, 2007).

Un aspecto interesante que no se puede dejar de señalar es el problema de la elección de expertos (Kochen et al, 1982; Vinkler, 1995; van Raan, 1996) dado que no siempre es fácil determinar quienes son los expertos más adecuados para llevar a cabo la evaluación pretendida. En este sentido, Luukkonen-Gronow (1987) plantea que deben evitarse los expertos polémicos o que tengan una relación muy cercana con el objetivo de la evaluación, sugiriendo en cambio que éstos deben tener perspectivas de sus disciplinas lo más amplias posibles. Esta autora menciona el ejemplo del Consejo de Investigación sueco que selecciona a los expertos de entre los que proporcionan los propios candidatos como posibles evaluadores como un método adecuado pero no exento de limitaciones.

Finalmente, a pesar de las críticas y problemas del juicio de expertos, éste sistema presenta claras ventajas, sobre todo en las evaluaciones en los niveles de agregación más básicos (individuos y grupos de investigación), entre las que podemos destacar las siguientes:

- Es uno de los mejores métodos para determinar de una forma directa la calidad del contenido de los trabajos realizados por los investigadores y grupos de investigación, ya que al ser expertos investigadores del área conocen las corrientes de opinión y el trabajo que se realiza en su campo de conocimiento. De este modo, el empleo de expertos, vencidas las limitaciones de carácter subjetivo, permite obtener evaluaciones con una alta fiabilidad.
- Permite tener en cuenta más elementos que los relativos a la productividad científica, pudiéndose valorar de forma global, aspectos como la calidad docente, la influencia científica, la trayectoria profesional, etc.

Van Raan (1996) considera que, debido a los problemas que generan los juicios de expertos y a la gran conflictividad de intereses que pueden surgir en



los procesos evaluativos, es crucial para los expertos tener acceso a una información consistente y objetiva a partir de indicadores cuantitativos. En este sentido, los indicadores bibliométricos suponen un gran complemento para los expertos, permitiéndoles apoyar sus decisiones en datos objetivos denominándose este proceso "*Informed peer review*" (McAllister et al, 1980; Gordon, 1982; Koenig, 1983; Lawani y Bayer, 1983; Nederhof y van Raan, 1987; Aksnes y Taxt, 2004).

Se ha observado una buena correlación entre el juicio de expertos y los indicadores bibliométricos en la evaluación de investigadores individuales (Beck y Gáspár, 1991), grupos de investigación (Rinia et al, 1998) y universidades (Anderson et al, 1978). Incluso en ejercicios evaluativos como el RAE británico (Thomas and Watkins, 1998), se ha sugerido una mayor dotación de elementos cuantitativos (Norris y Oppenheim, 2003; Barker, 2007), aspecto que también ha sido sugerido para la evaluación de la financiación en la investigación norteamericana (Hicks et al, 2004).

En los casos de divergencia entre el juicio de expertos y los indicadores bibliométricos, van Raan (1996) plantea que si los indicadores bibliométricos muestran un rendimiento pobre de la unidad de análisis pero los juicios de expertos son positivos, entonces posiblemente la investigación de la unidad evaluada no está bien representada a través de los indicadores bibliométricos. En el caso contrario, si los indicadores bibliométricos muestran un buen rendimiento y los juicios de expertos son negativos es posible que los expertos se estén equivocando. De acuerdo con esto, algunos autores proponen que los indicadores bibliométricos sirvan para apoyar los dictámenes de los expertos y para que éstos tengan que discutir y justificar con más detalle sus valoraciones cuando existan divergencias entre ambos métodos (Warner, 2000a, 2000b). En esta línea, también hay que tener en cuenta que el hecho de que los expertos dispongan de los listados bibliográficos de los candidatos puede favorecer que sus juicios se vean determinados por los recuentos brutos de publicaciones (Sonnert, 1995) sin que éstos tengan consideración alguna sobre la calidad de los mismos (especialmente cuando los candidatos no están familiarizados con la subespecialidad de los candidatos). Por ello, para un uso adecuado de los indicadores bibliométricos deben combinarse indicadores de actividad e impacto que sean fácilmente entendibles y utilizables por los expertos.

#### **1.1.1.2. Indicadores bibliométricos**

Los indicadores bibliométricos describen las propiedades de la literatura científica mediante la aplicación de cálculos matemáticos y técnicas estadísticas. Estos indicadores se utilizan principalmente para medir los resultados de la investigación (*output*), midiendo la cantidad de publicaciones científicas realizadas por los investigadores y diferentes características de las mismas.

La construcción y desarrollo de las bases de datos bibliográficas y la disponibilidad de cada vez mejores ordenadores personales y otras herramientas informáticas, ha favorecido el auge de los indicadores bibliométricos posibilitando el acceso a este tipo de análisis a una amplia comunidad científica (Katz y Hicks, 1997a). La aparición de la revista

*Scientometrics* en 1978, que predominantemente publica artículos sobre estudios bibliométricos, ha facilitado el establecimiento y desarrollo de una comunidad científica dedicada al estudio de dichos indicadores (Luukkonen-Gronow, 1987) reforzada recientemente con la aparición del *Journal of Informetrics* (Egghe, 2007). La existencia desde 1993 de la asociación ISSI (*International Society for Informetrics and Scientometrics*), también ha sido un elemento decisivo en el desarrollo del área, ya que organiza un congreso científico internacional cada dos años que sirve de foro de encuentro para los especialistas del área permitiéndoles intercambiar experiencias e ideas.

Los indicadores bibliométricos, gracias a su carácter matemático y objetivo, presentan algunas ventajas sobre el sistema de juicio de expertos, entre las que se pueden destacar las siguientes:

- Presentan mayor objetividad que los juicios de expertos, dado que sus resultados provienen de datos cuantitativos y externos a las propias unidades analizadas.
- Su desarrollo y aplicación supone un menor costo económico y consumo de tiempo ya que no es necesario reunir a grupos de investigadores con los consiguientes gastos de desplazamientos, dietas, etc.
- La utilización de indicadores permite detectar de forma objetiva nuevas áreas emergentes y científicos destacados. Esto último puede ser difícil de conseguir a través del juicio de expertos, ya que sin una base objetiva éste puede estar muy mediatizado por las posturas personales y en ocasiones corporativistas de los evaluadores.
- Los indicadores bibliométricos permiten detectar aspectos no visibles de la actividad científica, como son las redes de investigadores o los colegios invisibles y profundizar en el estudio del proceso investigador, analizando por ejemplo las estrategias de publicación o los hábitos de colaboración de los investigadores.
- Los indicadores bibliométricos son especialmente recomendables para la evaluación de grandes agregados (países, instituciones, etc.) dado que a esos niveles el juicio de expertos resulta menos eficaz. El uso de los indicadores bibliométricos también se hace muy recomendable cuando se necesita evaluar a un conjunto de investigadores (p. ej. si se desea evaluar a todos los investigadores de un centro de una forma individualizada), en cuyo caso pueden complementar y apoyar el juicio de expertos.
- A través de los indicadores bibliométricos es posible conocer de forma objetiva fortalezas y debilidades científicas así como las potencialidades de centros, regiones y países.

Sin embargo, el uso adecuado de los indicadores bibliométricos, requiere tener en cuenta algunas consideraciones metodológicas, entre las que se pueden destacar las siguientes:

- Debe seleccionarse adecuadamente la base de datos a utilizar en cada estudio, y seleccionar entre bases de datos nacionales o internacionales y especializadas o multidisciplinares. Asimismo, también hay que considerar el grado de cobertura de la materia a analizar por la base de datos, es decir, si es más o menos exhaustiva en la materia objeto de estudio. Es importante conocer los hábitos de publicación de la población a estudiar para seleccionar correctamente las fuentes a utilizar en un estudio (p. ej. no se deben utilizar bases de datos internacionales cuando la población que se desea analizar tiene un claro enfoque local, etc.).
- Hay que tener en cuenta que no todas las áreas son igualmente susceptibles de ser analizadas bibliométricamente, y que la validez de los indicadores varía según las disciplinas científicas. Es fundamental que los resultados de la investigación del área en estudio estén bien recogidos en la base de datos a utilizar. Por ejemplo, la mayoría de las bases de datos no incluyen libros lo cual les resta validez para analizar la producción científica en Humanidades, donde los libros son un resultado fundamental de la investigación.
- Es interesante utilizar indicadores relativos, por ejemplo normalizar los datos de *output* en función del *input* cuando se pretende comparar diferentes entidades, como por ejemplo los países, cuya producción se suele normalizar a través del *input* en I+D (recursos empleados en investigación y desarrollo).
- En general, se acepta que la calidad de las publicaciones es más importante que la cantidad, pero existen muchas dificultades para determinar qué es un trabajo científico de “calidad”. Las principales aproximaciones a la misma desde la bibliometría son las proporcionadas por los indicadores de impacto, como son las citas recibidas por las publicaciones o el Factor de Impacto de las revistas.
- Es necesario tener cautela en la interpretación de los datos y contar con la asesoría de expertos.

Es también necesario conocer algunas de las limitaciones propias de los indicadores bibliométricos para conocer sus posibilidades reales:

- Los indicadores bibliométricos únicamente miden un resultado determinado de la actividad científica que son las publicaciones, pero la actividad científica es multidimensional, existiendo otros elementos como docencia, formación de investigadores, gestión científica, investigación aplicada, divulgación científica, etc.
- Es necesario obtener datos fiables, elaborar métodos apropiados y construir y aplicar indicadores relevantes (Vinkler, 1996) para una correcta utilización de la metodología bibliométrica.

A modo de conceptualización se presentan brevemente algunas clasificaciones de los principales indicadores bibliométricos. King (1987), Vinkler (1988) y

Luukkonen-Gronow (1987) dividen los indicadores bibliométricos en Indicadores de Publicación e Indicadores de Citas. El primer tipo se corresponde con el indicador bibliométrico más simple, entendido como el número de artículos publicados por un investigador o grupo. Sin embargo, el volumen de publicaciones producido por una unidad no es indicativo de su calidad, por lo que los indicadores de citas pretenden en cierto modo solventar dicha carencia a partir del recuento de las citas que reciben los artículos publicados, entendiendo las citas como una extensión de los juicios de expertos, donde los expertos son todos los científicos contemporáneos al investigador en su mismo campo que dan un juicio del valor del trabajo a través de sus referencias.

En la misma línea que los autores anteriores, Bordons y Zulueta (1999) clasifican los indicadores bibliométricos en dos grandes tipos: indicadores cuantitativos de la actividad científica e indicadores de impacto o cualitativos. Los indicadores cuantitativos, hacen referencia al número de publicaciones desarrolladas por un centro, área o país, y son indicadores útiles para cuantificar la actividad científica de dichas unidades, siendo recomendable su normalización en función del tamaño de la unidad para poder realizar comparaciones. Especialmente interesante es el seguimiento de la producción a lo largo del tiempo, con vistas a determinar la evolución y tendencia de las unidades analizadas. Por su parte, los indicadores de impacto, se basan en el número de citas que obtienen los trabajos y que caracterizan la importancia de dicha producción en función del reconocimiento otorgado por otros investigadores.

### **1.1.2. Niveles de aplicación de los indicadores bibliométricos**

La evaluación científica se puede caracterizar en función de los indicadores que se utilizan para su desarrollo, así como por las diferentes unidades en las que éstos se van a aplicar (Tomizawa y Hayashi, 2006). En este sentido, cabe destacar que no es lo mismo la evaluación científica de un país, que la de una universidad, un departamento o un grupo de investigación; es decir, la evaluación varía en función del nivel de agregación de la unidad a estudiar, dado que la validez de los indicadores y los enfoques para llevar a cabo cada uno de los estudios serán diferentes. Por esta razón, en la literatura bibliométrica se distinguen “niveles” en función del ámbito o amplitud del objeto de estudio. Luukkonen-Gronow (1987) señala que las actividades científicas pueden ser evaluadas en varios niveles de agregación, pasando desde el nivel de los investigadores individuales hasta la evaluación de países que sería el mayor nivel de agregación.

Vinkler, en un trabajo de clasificación de los indicadores bibliométricos (Vinkler, 1988), establece tres niveles para la clasificación de los mismos: nivel macro, nivel meso y nivel micro. En cualquier caso, como el mismo autor afirma, el nivel depende del sistema analizado, ya que un instituto en un caso puede representar un nivel micro mientras en otro puede corresponder a un nivel macro o meso.

A continuación se describen brevemente los diferentes niveles que se han mencionado con anterioridad.

### Nivel macro

En el nivel macro se incluyen todos aquellos estudios que se centran en el análisis de grandes unidades, como son países, disciplinas científicas y conjuntos globales de artículos. En este nivel, los indicadores bibliométricos presentan una gran validez y fiabilidad, dado que al trabajar con un gran volumen de información (p. ej. la producción científica de un país) los cálculos estadísticos no están sujetos a errores por imprecisiones o falta de datos (Bordons y Zulueta, 1999). Existen numerosos ejemplos de estudios a nivel macro en la literatura, entre los cuales se pueden mencionar los llevado a cabo por Schubert et al, (1989), Braun et al (1994, 1995) o King (2004) donde se analiza la producción científica a nivel mundial.

### Nivel meso

En el nivel meso se encuadran los estudios que tienen por objeto el análisis y evaluación de unidades de tamaño medio tales como centros de investigación, departamentos universitarios o subdisciplinas científicas. Este tipo de estudios es el más habitual en la literatura científica bibliométrica, debido a que son más sencillos de realizar y los resultados son fiables, dado que las unidades son lo suficientemente grandes como para aplicar técnicas estadísticas con éxito. Entre los estudios publicados a este nivel se pueden mencionar los trabajos de Vinkler, quien plantea un análisis multidimensional de las institutos de investigación de la Academia de Ciencias Húngara (Vinkler, 1998) y desarrolla indicadores bibliométricos compuestos para la evaluación de los documentos de los centros de investigación (Vinkler, 2006).

### Nivel micro

Este es el nivel más bajo de agregación en los estudios bibliométricos y de evaluación científica, incluyéndose aquí el estudio de grupos de investigación, individuos, proyectos y artículos.

### Interacción entre los diferentes niveles

Es posible establecer ciertos niveles de interacción entre los tres niveles de agregación descritos en función del tipo de abordaje realizado en los estudios. Así, se pueden distinguir los estudios *Top-Down* (de arriba-abajo), en los que prima el nivel macro en la delimitación del área de estudio, y los estudios *Bottom-up*, en los que se parte de la producción de investigadores individuales (van Leeuwen, 2007).

Para los análisis *Top-Down* se recopila la producción de grandes unidades (por ejemplo un país o un centro) y es posible descender el análisis de la producción a otros niveles más desagregados, pero éstos análisis sólo tienen validez descriptiva y no se pueden utilizar con fines evaluativos. Por su parte el planteamiento *Bottom-up* comienza con la recopilación de los datos desde los niveles más bajos de agregación (micro), grupos e individuos; se necesita una gran precisión en la recopilación de los mismos así como verificar su validez, pero finalmente presentan utilidad para la evaluación científica. Adicionalmente, en los análisis *Bottom-up*, partiendo de los niveles de agregación micro es

posible subir a los niveles de agregación superiores mediante la agrupación de los documentos, siendo posible también realizar análisis meso y macro. En los enfoques *Bottom-up* cuando se asciende de nivel es posible incluir documentos y datos que no se analizarían desde la perspectiva *Top-Down*, como son los documentos que los investigadores han producido fuera de sus instituciones y centros de trabajo.

## **1.2. Análisis bibliométrico a nivel micro: características principales**

Una de las características principales de los estudios bibliométricos a este nivel es su gran dificultad, ya que requieren una gran precisión en la recopilación y normalización de datos, dado que pequeños errores pueden afectar en gran medida el desarrollo del estudio y condicionar sus resultados.

Como ya se ha mencionado anteriormente, el nivel micro hace referencia esencialmente al análisis de grupos de investigación y de individuos.

### **1.2.1. Unidades de análisis**

#### **1.2.1.1. Nivel micro – Grupos**

Los grupos de investigación pueden considerarse actualmente la unidad básica del sistema investigador en muchas disciplinas. Su papel es especialmente relevante en las Ciencias Experimentales mientras que en las Humanidades predomina la investigación individual (Larivière et al, 2006).

Los estudios bibliométricos centrados en los grupos de investigación presentan dos problemas característicos. El primero, conceptual, viene determinado por la dificultad para determinar exactamente qué es un grupo de investigación y cómo se delimita (Calero et al, 2006); y el segundo, de tipo técnico, viene dado por las propias limitaciones de aplicación de análisis estadísticos a pequeñas unidades. Sin embargo, los estudios basados en grupos son frecuentes en la literatura bibliométrica, como demuestran los trabajos de Nederhof y van Raan (1993a), Bordons et al (1995a, 1995b) y Rey Rocha et al (2002) entre otros. El interés de estudiar los grupos de investigación, se basa en que éstos son en muchas disciplinas la unidad básica de funcionamiento del sistema científico actual teniendo más importancia incluso que los científicos individuales (van Raan, 2008).

Según Maltrás Barba (2003) la composición de los grupos puede variar según las disciplinas e instituciones, pero lo habitual es que en ellos trabaje un número determinado de científicos y de técnicos o personal de apoyo bajo la dirección de un investigador principal. También es común la presencia de doctorandos, lo que acentúa la función esencial que desempeñan los grupos de investigación en el reclutamiento y formación de los futuros investigadores del sistema científico. Sin embargo, los equipos de investigación presentan en general una escasa consolidación formal en la estructura de las instituciones en las que aparecen con más frecuencia los departamentos y sólo ocasionalmente los grupos de investigación. Por esta razón algunas investigaciones como las llevadas a cabo por Bordons et al (1995a, 1995b) y Camí et al (2003), se centran en la detección de los grupos a partir de la coautoría, sin que

necesariamente sus miembros tengan que compartir una realidad administrativa o institucional.

Existen diferentes metodologías para estudiar la interacción entre investigadores siendo una de las principales el análisis de coautoría, analizado a través de diferentes técnicas como son el análisis de redes sociales, el análisis *cluster* u otras aplicaciones *ad hoc*. En este sentido, hay que destacar el gran auge experimentado por el análisis de redes sociales aplicado al estudio de la colaboración entre investigadores, a través del cual se está poniendo de manifiesto la importancia que tienen los grupos de investigación y su interacción e influencia en la comunidad científica (Otte y Rousseau, 2002).

#### **1.2.1.2. Nivel micro – Individuos**

Por otra parte, el investigador individual, entendido como agente nuclear de la actividad científica, también es susceptible de ser analizado y evaluado, así como considerado por las políticas y gestores científicos, dado que su motivación y desarrollo profesional individual óptimo son de una importancia crucial para un mejor funcionamiento de la empresa científica. Hay que destacar que el análisis de la actividad de los científicos y la detección de los investigadores más destacados en las diferentes disciplinas es algo que ya se viene haciendo tiempo atrás (Godin, 2007).

#### **1.2.2. Tipos de estudios a nivel micro**

En el análisis cuantitativo de la actividad científica a nivel individual se puede hablar de dos aproximaciones de tipo general. Por un lado, los estudios de tipo descriptivo que buscan conocer los aspectos característicos de la actividad científica de los individuos; y por otro los análisis de tipo evaluativo, los cuales a través del análisis de la producción y su impacto persiguen fines de evaluación propiamente dichos. Hay que destacar que en ocasiones ambos tipos están relacionados, ya que muchos trabajos describen el comportamiento de los investigadores con la intención de valorar la eficacia o mejorar los sistemas de evaluación, por lo que los dos tipos no siempre se diferencian de forma clara.

##### **a) Descriptivos**

En la literatura científica existen diversos trabajos que analizan la actividad de los investigadores desde una perspectiva individual y descriptiva. En este sentido, se pueden citar el trabajo de Aman (1998), que analiza la actividad de investigadores kuwaitíes y plantea que las citas deben jugar un papel importante en los análisis a nivel individual; o el de Ventura y Mombrú (2006), con un estudio sobre 40 investigadores de química uruguayos, sugiriendo que el número de documentos por autor y la producción anual son componentes ideales para las políticas de promoción de investigadores. Por su parte, Basu (2006) analizó los investigadores recogidos en la herramienta *Highly Cited Researchers* de Thomson-ISI, destacando la buena correlación entre el número de citas recibidas por los investigadores y el número de premios recibidos. La relación de los indicadores bibliométricos con la concesión de premios científicos y su consideración como criterios para la evaluación científica

también han sido destacados por otros autores como Licea de Arenas et al (1999) o Braun et al (2003a, 2003b).

Por su parte, Chandy (1994) en un análisis en el área de *Business* sugiere la utilidad de los rankings de individuos por citas; y Pereira et al (2007) muestran la importancia de la interdisciplinariedad en el desempeño científico de un grupo de 759 investigadores brasileños. Un trabajo interesante es el de Carayol y Nguyen Thi (2005) que detectaron como los investigadores más jóvenes tienden a realizar más investigación disciplinar para ser mejor evaluados por los métodos actuales, poco adecuados para la evaluación de la investigación interdisciplinar, mientras que los investigadores de más edad asumen más riesgos con la investigación interdisciplinar.

Por su parte, Figueiredo Moutinho et al (2007) estudiaron los determinantes individuales que favorecen la actividad patentadora a nivel individual entre los investigadores de centros públicos de investigación portugueses, destacando sus percepciones sobre las dificultades para patentar y la falta de recursos para estas actividades.

Jiménez Contreras y Moya Anegón (1997) analizaron la productividad de los investigadores españoles en el campo de la Biblioteconomía y Documentación con el fin de determinar su ajuste a la Ley de Lotka; al igual que Persson y Astrom (2005) para los investigadores de esta misma disciplina a nivel internacional. Aunque algunos investigadores han destacado la falta de cumplimiento de las leyes bibliométricas como la Ley de Bradford a este nivel (Bonitz, 1980), el ajuste a la Ley de Lotka ha sido analizado frecuentemente para varios colectivos de investigadores españoles como son los de Medicina (Terrada y Navarro, 1977), Cirugía (Martínez et al, 1997), Rehabilitación (Lozano Guadalajara y Sáez Gómez, 1999), Cirugía digestiva (Sáez Gómez et al, 1999), así como para los investigadores nigerianos de Biomedicina (Nwagwu, 2006), entre otros.

Diversos trabajos a nivel individual se han centrado en la detección de lo que se podría considerar la “elite” en las diferentes áreas científicas. Son estudios que no pretenden evaluar sino detectar a los investigadores más notables y describir cuales son sus características y perfiles predominantes. Entre ellos se puede mencionar el de Amick (1974), quien establece 10 indicadores para identificar a las elites, entre los que se encuentra el número de premios recibidos y el número de artículos publicados. Otros autores se han interesado por identificar la elite científica desde diferentes perspectivas como es a partir de análisis historiográficos en función de la inclusión de los científicos en Historias, Diccionarios biográficos, etc. (Simonton, 1984); a partir de los *Who is Who* y cuestionarios (Prpic, 1996; Golub, 1998); a partir de producción científica y el análisis de citas (Davis y Wilson, 2001) y los juicios de expertos (van Dalen, 1997) o a partir de la pertenencia de los investigadores a consejos científicos (Mullins, 1985).

Una tipología descriptiva propia de los estudios a nivel individual es la de los “retratos bibliométricos”, consistentes en la caracterización bibliométrica completa de un individuo (Kalyane y Munnolli, 1995). Para Cronin y Shaw (2002) la esencia de la historia personal de un científico se puede reflejar en



sus datos bibliométricos y McCain (2008) plantea los mapas historiográficos basados en los algoritmos de redes como método para estudiar la influencia de un autor en su campo.

Los análisis a nivel individual también presentan una gran utilidad para los estudios de género (Fox, 2005) ya que las dificultades para la determinación del género de los autores directamente a partir de las bases de datos convierte a los estudios que parten de listados de personas en uno de los mejores métodos para acometer este tipo de análisis (Mauleón y Bordons, 2006).

Una metodología frecuentemente utilizada para conocer las características de la actividad científica de los investigadores es la elaboración de cuestionarios, entrevistas o encuestas. a las que responden los propios investigadores, y que permiten realizar inferencias de tipo cualitativo sobre su rendimiento científico y los determinantes del mismo. Presentan la ventaja de que es posible obtener opiniones y datos directamente de los investigadores, conociendo sus características y hábitos de publicación, lo que a posteriori posibilita orientar las evaluaciones y políticas científicas hacia aquellos elementos que ellos mismos consideran más importantes. Hemlin y Gustafsson (1996) proponen un método de análisis de la producción de los investigadores en Humanidades a partir de cuestionarios que les permiten obtener datos sobre rasgos personales y hábitos de producción de los científicos, mientras que Feist (1993), combinando entrevistas y otros elementos cuantitativos, determinó la importancia de los aspectos psicológicos en la productividad y creatividad de los investigadores. Por otra parte, también se ha probado la utilidad de los cuestionarios para el análisis de la actividad de los investigadores más jóvenes, proporcionando datos sobre sus perfiles sociológicos y de publicación (Prpic, 2000; Fox y Stephan, 2001), así como para analizar la interdisciplinariedad en los grupos de investigación (Bordons y Zulueta, 2002).

#### b) Evaluativos

La evaluación de la actividad investigadora a nivel individual mediante indicadores bibliométricos presenta una mayor complejidad que los análisis bibliométricos aplicados a unidades mayores. Estos estudios cuentan con las mismas limitaciones que los realizados a niveles superiores de agregación pero con los agravantes de la mayor repercusión de los pequeños errores en el resultado final y de la gran responsabilidad que conlleva su desarrollo en función del uso posterior que se haga de los estudios.

Dentro de la evaluación de los científicos a nivel micro se pueden incluir distintas técnicas y metodologías cuya finalidad es la obtención de información para describir la actividad de los investigadores generalmente de forma comparativa, y facilitar la toma de decisiones en el ámbito de la gestión de la investigación. Se engloban dentro de esta tipología todos los indicadores que permiten establecer rankings, clasificaciones o comparaciones entre investigadores desde un punto de vista individual.

Actualmente, los rankings y especialmente los de universidades (SJTU, 2003; Asenjo, 2006) concentran gran interés, atrayendo gran atención por parte de los gestores científicos (van Raan, 2005). Su objetivo es ofrecer listados

mundiales de universidades, ordenados en función de diversos indicadores con la intención de detectar cuáles son las universidades más destacadas a nivel internacional. No obstante, diferentes autores están demandando un mayor cuidado y rigurosidad en su desarrollo (Butler, 2007); entre las advertencias se ha destacado la necesidad de tener en cuenta las diferencias entre universidades en cuanto a misiones, objetivos, tamaños y especialización (Kivinen y Hedman, 2008). Por su parte, van Raan (2005) sugiere que los rankings de universidades como el de *Shanghai* (SJTU, 2003) no son útiles si no se basan en datos bibliométricos elaborados y si no se acompañan de juicios de expertos. Actualmente también existen rankings internacionales de universidades basados en el análisis web de las mismas (*Webometrics Ranking of World Universities*, <http://www.webometrics.info/>), los cuales presentan la ventaja de un mejor posicionamiento de las universidades tecnológicas (Aguillo et al. 2006), pero cuentan con numerosas limitaciones y su uso más adecuado está todavía por determinar.

A nivel individual, los rankings presentan las mismas limitaciones que a otros niveles pero agravados porque su elaboración es todavía más compleja, requiriendo un especial cuidado en su desarrollo e interpretación. Además, es necesario considerar los posibles efectos negativos que éstos pueden tener, como son los cambios en las estrategias de publicación de investigadores y en las políticas de los departamentos (Moed, 2000). En este sentido Nederhof (2008), ha demostrado como el uso de rankings entre los economistas de las universidades holandesas estimuló a los científicos a maximizar su producción en revistas pero sin que se optimizara el impacto real de los mismos.

Los rankings a nivel individual son especialmente polémicos por diversas razones que en términos generales giran en torno a dos aspectos principales; la falta de precisión en la depuración de los datos y la falta de consenso sobre los criterios usados para su obtención. Así, se puede citar el ranking de investigadores españoles en Biblioteconomía y Documentación (Grupo Scimago, 2006a, 2006b), criticado por Jiménez-Contreras et al (2006) desde el punto de vista de su metodología y resultados propuestos. A nivel internacional existen ejemplos como el debate mantenido entre Im et al (1998a, 1998b) con Guimaraes (1998) sobre la elaboración de rankings individuales en el área de Gestión de Empresas, donde las críticas se centraron en aspectos relacionados con la selección de las revistas de estudio así como el concepto de “productividad” donde los primeros incluían el número de páginas de los artículos.

La mayor parte de los trabajos que han abordado la evaluación científica a nivel micro se basan en la combinación de varios indicadores y, ocasionalmente, se acompañan de valoraciones por parte de expertos. La combinación de datos de producción y de citas es una de las más apropiadas dado que considera elementos cuantitativos (número de documentos producidos por un autor) y elementos cualitativos (citas que han recibido sus trabajos). De este modo, existen diversos autores que partiendo del número de publicaciones y de los análisis de citas han realizado estudios a nivel micro (Herbeestein, 1993; Osareh y Wilson, 2001; Dolado et al 2001, 2003; Blustin, 2007).

La existencia de una buena correlación entre análisis de citas y el juicio de expertos ha llevado a algunos autores a sugerir el uso del primer método en sustitución del segundo para la evaluación científica de los investigadores (Koenig, 1983; So, 1998). En esta línea, Nicolini et al (1995) plantearon la posibilidad de automatizar la concesión de puestos académicos en la universidad a través de análisis bibliométricos, afirmando que los indicadores bibliométricos, adecuadamente ponderados, junto con valoraciones de datos procedentes del Currículum Vitae, son parámetros efectivos y adecuados para monitorizar los logros académicos. Entre sus conclusiones señalan que no es posible automatizar de una forma efectiva la concesión de plazas universitarias a través de indicadores bibliométricos, aunque sí destacan el apoyo objetivo que éstos representan para la evaluación individual. Este trabajo de Nicolini recibió las críticas de Vinkler (1995), Snizek (1995) y Balaban (1995) los cuales discutieron aspectos metodológicos y conceptuales, y plantearon algunas posibles implicaciones de este tipo de sistemas como es la promoción de las *Least Publishable Units*, la posible conflictividad derivada del deseo de firmar en primera posición (por su mayor relevancia) o los problemas para evaluar a los investigadores más jóvenes.

### **1.2.3. Consideraciones y limitaciones de los análisis micro**

No cabe duda de que el seguimiento y evaluación de la actividad científica individual es de vital importancia dentro de los sistemas científicos de los países, siendo decisiva en distintos procesos como son la incorporación de investigadores al sistema de I+D, promoción científica, distribución de recursos, concesión de premios, aumentos de salario, acreditaciones profesionales, etc. Por lo tanto, son necesarios métodos de evaluación objetivos, imparciales y científicos que permitan una evaluación justa y equitativa. En este sentido, los indicadores bibliométricos cobran una gran importancia, pero para su adecuada utilización a nivel micro, es necesario conocer sus ventajas e inconvenientes.

Uno de los peligros más importantes de los indicadores bibliométricos es la facilidad con la que pueden ser utilizados de un modo incorrecto, realizándose afirmaciones en base a datos numéricos aparentemente objetivos, que en ocasiones nada tienen que ver con la situación real que se pretende evaluar. Esto, llevado al plano individual, puede tener resultados dramáticos para los investigadores que son evaluados. Por esta razón, de forma previa al empleo de los indicadores bibliométricos, es necesario determinar y concretar qué es lo que se desea medir y evaluar, y en base a esta determinación seleccionar los indicadores y las fuentes de información (bases de datos) más adecuados, conociendo siempre sus limitaciones y condicionantes. Asimismo, es aconsejable que los resultados obtenidos a nivel individual sean tomados siempre como provisionales, hasta que los investigadores tengan posibilidad de comentar los resultados (Moravcsik, 1989; Moed, 2005a).

En cuanto a las dificultades para su desarrollo adecuado, destaca el problema de la multidimensionalidad de la ciencia, que impide que ésta pueda ser analizada y evaluada a través de un solo indicador (Gómez y Bordons, 1996) siendo la única solución utilizar de forma combinada varios indicadores parciales (Martin e Irvine, 1983). Hay que tener en cuenta que a través de los indicadores bibliométricos se “miden” las publicaciones pero no otros aspectos

de la actividad investigadora, por lo que es muy conveniente que el empleo de indicadores bibliométricos esté complementado con otros elementos como son los juicios de expertos y se consideren otros aspectos de la actividad investigadora (estancias, asistencia a congresos, formación de los científicos, etc.), lo que permite obtener una aproximación global y más real al objeto de análisis (Gómez y Bordons, 1996; Larédo y Mustar, 2000).

Otra dificultad, más técnica que conceptual, aunque no por ello menos importante, es la necesidad de recopilar de la forma más completa posible los datos fuente para realizar la evaluación. Las fuentes de información utilizadas para los estudios bibliométricos (principalmente las bases de datos bibliográficas) presentan innumerables problemas a la hora de recopilar y sistematizar los datos necesarios (errores tipográficos, autores distintos con la misma firma, distintas firmas para un mismo autor, etc.) que dificultan la identificación de la producción de investigadores de forma correcta y precisa (Araujo et al, 2005), por lo que es necesario realizar un gran esfuerzo de recopilación, depuración y normalización de datos, especialmente cuando no se cuenta con los Curriculum Vitae de los investigadores que permita contrastar la recuperación de la información y suplir las posibles deficiencias en la recuperación de los datos.

Hay que destacar los problemas especiales que plantean los nombres españoles (Ruíz-Pérez et al, 2002) así como de otras tradiciones culturales (Borgman y Siegfried, 1992) en las bases de datos internacionales. Con la intención de solucionar o paliar estos problemas se han planteado recomendaciones a los autores sobre la importancia de firmar sus documentos de una forma normalizada y estable a lo largo del tiempo (FECYT, 2007). Se han sugerido también algunas indicaciones dirigidas a las revistas y a las bases de datos (Ruíz Pérez y Pinto Molina, 1990; Román Román et al, 2002), principalmente a las internacionales, las cuales tienen que enfrentarse al problema de las diferencias culturales que existen entre los distintos países en la estructura de los nombres.

En cuanto a las soluciones prácticas para la normalización de nombres con fines bibliométricos, hay que mencionar las experiencias llevadas a cabo por Costas-Comesaña y García-Zorita (2003) quienes describen una metodología para la detección de nombres de persona similares; la propuesta de Torvik et al (2005) de medidas de desambiguación de nombres para la base de datos de MEDLINE; la metodología de Wooding et al (2006) para la desambiguación automática de homónimos, basándose en un proceso iterativo y partiendo de una semilla de documentos de los autores; o el trabajo de Soler (2006), quien propone analizar elementos comunes entre los documentos para la desambiguación de homónimos. Por su parte, Macías-Chapula et al (2006) presentan un sistema que incluye diferentes pasos para la normalización de los nombres de investigadores mexicanos. También cabe destacar algunos algoritmos informáticos para comparar nombres personales denominados *Personal Name Matching* o simplemente *Name Matching* (Navarro et al, 2003; Patman y Thompson, 2003), los cuales permiten comparar dos cadenas de nombres y determinar la probabilidad de que ambas designen a una misma persona. Normalmente estos algoritmos utilizan información adicional aparte del nombre, como variantes de deletreos, información fonética, la distribución

de teclas en el ordenador, etc. Sin embargo, debido a la complejidad propia de esta tarea, suele ser necesaria la intervención humana para determinar si las cadenas de nombres similares detectadas corresponden o no a la misma persona, como por ejemplo en el software *Synoname* (Borgman y Siegfried, 1992) que detecta nombres parecidos de personas pero que no se aceptan como correctos hasta que hay una autorización humana. El software *Publication Harvester* (Azoulay et al, 2006) es también un desarrollo interesante actualmente diseñado para la base de datos MEDLINE, aunque tiene un importante componente de revisión manual por parte de los usuarios. Actualmente también se ha planteado la creación de un *Digital Author Identifier* (análogo al *Digital Object Identifier*) como una posible forma de afrontar el problema de la detección correcta de los documentos de los autores (Mauleón et al, 2008).

Una herramienta que juega un papel crucial en los estudios bibliométricos a nivel individual es el Currículum Vitae, siendo una pieza de información de gran valor, al incluir de forma exhaustiva datos sobre publicaciones, estancias en el extranjero, cambios de centro, etc. El Currículum Vitae facilita la recuperación exhaustiva de la producción de los investigadores en las bases de datos y proporciona información relevante de cara a las evaluaciones de la actividad investigadora en todas sus dimensiones. Sin embargo, su utilización no ha sido muy explotada por la bibliometría (Dietz et al, 2000), principalmente debido a su falta de normalización, y en cierto modo a su no disponibilidad con fines de investigación. También presenta algunas limitaciones como es su subjetividad al estar hecho por el propio investigador. Entre los ejemplos de utilización del Currículum Vitae en análisis bibliométricos destaca la reconstrucción de procesos de asignación de plazas universitarias de Formann (1992), el análisis de cómo los fondos económicos asignados a los centros de investigación influyen en la productividad de sus investigadores (Gaughan y Bozeman, 2002) o el trabajo de Licea de Arenas y Vallés (1997) que se centra en la obtención de datos de producción a través del currículum y a partir de ellos obtener las citas a los mismos.

### **1.3. Indicadores bibliométricos para el análisis y la evaluación científica a nivel individual**

En términos generales puede afirmarse que los indicadores bibliométricos utilizados a nivel micro son básicamente los mismos que los utilizados a otros niveles, pero que a nivel individual presentan una serie de limitaciones y peculiaridades que deben ser consideradas.

#### **1.3.1. Indicadores de producción científica**

El principal indicador utilizado para el estudio de la actividad científica de los investigadores es el número de publicaciones científicas, que puede obtenerse de diferentes fuentes de información (bases de datos bibliográficas, currículum vitae de los investigadores, artículos de revisión, etc.) con distintos grados de fiabilidad.

Aunque el número de documentos es útil como indicador de la actividad científica, este tipo de recuentos de documentos sin otro tipo de apoyo o

indicación sobre la calidad científica de los mismos está especialmente desaconsejada a nivel individual, ya que como destaca Leary (1985) el abuso de este método puede desembocar en que los investigadores tiendan a dividir sus investigaciones en un número elevado de ítems dando lugar a lo que se considera la *Least Publishable Unit* (LPU) (unidad mínima publicable) o publicaciones salami. Otros autores, como Broad (1981), han hecho también hincapié en el problema de la excesiva fragmentación de trabajos, y Errami y Garner (2008) han destacado casos de duplicación de publicaciones, todo ello derivado especialmente de la presión por publicar (*Publish or Perish*) imperante actualmente (Gad-el-Hak, 2007). Como contraste, también hay que destacar que Bormann y Daniel (2007b) sugieren que el fraccionamiento de las publicaciones tiene un efecto positivo sobre las citas debido a la mayor difusión de los trabajos, aunque en su opinión, la extensión de este hábito como práctica común contribuiría a encarecer más el proceso de *peer review*, además de que daña la reputación de las revistas y de sus sistemas de selección de originales, afectando a aspectos éticos del propio trabajo científico (Kempers, 2002).

Un aspecto de vital importancia en el recuento de la producción de los investigadores es la forma de asignación de crédito en el caso de documentos con varios autores (Beck y Gáspár, 1991; Gauffriau y Olesen Larsen, 2005; Gauffriau et al, 2007). En esta línea, Cronin (2001a) ha aconsejado el establecimiento de niveles aceptables de multiautoría e inaceptables de hiperautoría para las diferentes áreas científicas, así como la conveniencia de establecer la contribución particular realizada por cada autor en los artículos. Greene (2007) sugiere la importancia de limitar la multiautoría para no fomentar tendencias negativas como la autoría honorífica, entre otras. Algunas propuestas para paliar este problema van en la línea de que los autores reciban una contribución relativa de sus trabajos en función del porcentaje de su aportación a los mismos (Rennie et al, 1997; Lavania, 2007), para lo cual es necesario que los investigadores indiquen en los artículos una descripción detallada de su contribución al trabajo, lo que además tendría utilidad para limitar las responsabilidades en los casos de fraude científico (Yager, 2007).

En el ámbito de la bibliometría se han planteado diversos sistemas de cálculo de la producción de los autores, como Pravdic y Oluic-Vukovic (1991) quienes describen cuatro modelos de recuento de la producción: Recuento Normal (*Normal Count*), Recuento Fraccionado (*Fractional Authorship*), Recuento Sencillo (*Straight Count*) y el Recuento Sencillo Modificado (*Modified Straight Count*). En el Recuento Normal todos los autores que firman el artículo reciben crédito completo por el mismo; en el Recuento Fraccionado el crédito se divide por el número de autores, recibiendo cada autor una parte proporcional del mismo; en el *Straight Count* sólo el primer autor recibe el crédito completo del artículo; y en el *Modified Straight Count* se le da el crédito completo al autor más productivo. Otra propuesta es la de Trenchard (1992), quien acuña el concepto de “Bibliometría jerárquica” planteando que el crédito de los trabajos se asigne en función de la posición que los autores ocupan en los mismos. Una idea similar ha sido también planteada por Trueba y Guerrero (2004), que sugieren que en las disciplinas en las que los investigadores firman de acuerdo con el peso de sus contribuciones a los trabajos, sería posible ponderar la contribución de los autores en función de la posición de la firma de los mismos.

En diversos estudios (ver por ejemplo Pravdic y Oluic-Vukovic, 1991; Im et al, 1998; o Costas, 2003) se ha detectado una buena correlación entre el recuento normal y el fraccionado, por lo que en general se opta por utilizar el recuento normal. Dado que la colaboración juega un papel importante en la empresa investigadora, se plantea que la opción de utilizar el recuento fraccionado podría tener un efecto desalentador sobre la misma, como han sugerido Pereira de Araújo (2007) o Birnholtz (2006). En cualquier caso, el sistema de recuento y asignación de crédito a los autores a utilizar en los estudios bibliométricos es un aspecto importante de los mismos, especialmente en el análisis a nivel individual, que debe ser decidido en cada caso.

Es importante señalar que la productividad de los investigadores varía según las áreas científicas, incluyendo diferentes factores como el tipo de investigación (básica o aplicada), las infraestructuras que requieren o la necesidad de colaboración. Por otro lado, aunque el artículo científico es el principal medio de difusión de conocimiento en la mayor parte de las disciplinas, otros tipos documentales adquieren especial relevancia en determinadas áreas. Es el caso de las monografías y libros en Ciencias Sociales y, sobre todo, en Humanidades, o los *Proceedings* de congresos en algunos campos tecnológicos.

### **1.3.2. Indicadores del impacto observado**

El análisis de citas es una de las herramientas más importantes en los estudios bibliométricos en general y de la evaluación científica basada en indicadores en particular. Sin embargo, todavía es necesaria una teoría de la citación que explique por qué los autores citan del modo que lo hacen (Nicolaisen, 2007), ya que el acto de citar están embebido entre las convenciones socioculturales colectivas de los científicos. Actualmente se plantean modelos de predicción de citas a nivel individual (Feitelson y Yoven, 2004; Mingers y Burrell, 2006), aunque para su funcionamiento se necesitan muchos datos y no está clara todavía su eficacia y utilidad. Por otro lado, existen los nuevos desarrollos de indicadores basados en el web y en los hiperenlaces (webometría o cibermetría) como complemento al análisis de citas, los cuales proporcionan una visión sobre la ciencia entendida como un sistema social (Thelwall y Harries, 2003; Scharnhorst y Thelwall, 2005; Thelwall, 2005; Kousha y Thelwall, 2007), pero que todavía están en una fase muy inicial de desarrollo.

En los análisis de citas se asume que éstas miden el “impacto” o “utilidad” de las publicaciones, es decir, hacen referencia al contenido de los trabajos introduciendo un factor “cualitativo” en la evaluación de publicaciones, al considerar que existe una conexión intelectual entre los documentos citados y citante, indicando la influencia que aquel tiene sobre la comunidad científica.

Aunque inicialmente se consideró que las citas podían ser un indicador de “calidad” se sabe que otros factores diferentes a la calidad de los documentos son determinantes del número de citas que reciben, como por ejemplo sus revistas de publicación, idioma o prestigio de los autores. Por eso, el uso de las citas en evaluación científica ha sido criticado ampliamente ya que documentos de alta calidad pueden no ser citados por haber sido publicados en idiomas de baja difusión o por no ser “temas calientes” que concentran la mayor atención

de los científicos, o por lo que Garfield denomina la “*amnesia bibliográfica*” (Garfield, 1985). Cozzens (1989) plantea que las citas tienen una función retórica, además de su función básica de recompensa a los autores citados. Algunas de las principales limitaciones atribuidas al uso de las citas en evaluación, y que limitan su validez, son las siguientes (MacRoberts y MacRoberts, 1989):

- Citas incompletas, dado que los investigadores rara vez citan todos los trabajos que han influenciado su investigación (*amnesia bibliográfica*).
- Citas negativas, que son citas a documentos destacando aspectos negativos de los mismos. Sin embargo, hay que destacar que para Garfield (1979) las citas negativas son más teóricas que reales debido a que son poco frecuentes; algunos estudios las sitúan en torno al 2% (Nicolaisen, 2007).
- Tendencia a citar a los científicos más renombrados (*efecto halo*), lo cual también cumple una función social (Rodríguez Ruiz, 2006) dado que se cita a autores prestigiosos para aumentar la visibilidad propia o para mostrar la filiación.
- El alto número de citas que reciben algunas tipologías documentales como las revisiones (Garfield, 1979; Moed et al, 1985; Lukkonen-Gronow, 1987; Bellavista et al, 1993).
- No todos los documentos son citados por las mismas razones (consenso social, información a los lectores, etc.) destacando la función de persuasión de las citas como método para convencer de los argumentos propios (Gilbert, 1977), por encima del deseo de dar crédito o reconocimiento.
- Aspectos como las citas a trabajos no leídos, la mala interpretación de los documentos citados, citas a aspectos sutiles de un documento (secundarias, superfluas o no esenciales, que según Nicolaisen (2007) ascienden al 20%), citas no relacionadas con el artículo, etc. (Rodríguez Ruiz, 2006); también pueden reducir la validez de las citas como indicador de impacto.
- El posible efecto de las denominadas *Sleeping Beauties*, (van Raan, 2004b). Estos son documentos que durante los primeros años de su existencia no tienen apenas repercusión entre su comunidad científica, pero que en un momento dado son descubiertos por algún investigador y empiezan a ser citados muy frecuentemente. Garfield (1983b) ya sugirió esta problemática, la cual debería ser tomada en cuenta para la evaluación a nivel individual, aunque el propio van Raan (2004b) reconoce que su incidencia es muy baja.
- La antítesis de las *Sleeping Beauties* son lo que van Dalen y Henkens (2005) denominan los *Flash in the pans*, que son documentos muy citados durante los primeros años de su existencia pero que no tienen mayor éxito posterior. Realmente estos documentos no destacan tanto



por su número de citas sino porque las reciben muy pronto, cuando el resto de documentos no tienen, sobresaliendo sobre los demás sólo durante los primeros años de su existencia.

- Basar las evaluaciones científicas únicamente en los análisis de citas puede provocar cambios de comportamiento entre los investigadores, como puede ser la mayor autocitación o la creación de redes de citas (Todd y Ladle, 2008).

A pesar de estas limitaciones, de forma generalizada se acepta que las citas miden principalmente el “impacto”, la “influencia” (Morillo Ariza, 1998), la “utilidad” de los artículos (Garfield, 1979; Folly et al, 1981) o simplemente la posibilidad de que hayan sido leídos por otros autores (Janick, 1991). Por todo ello, las citas que reciben los documentos son una aproximación (y sólo una aproximación) a la calidad de los mismos (Cole, 1989), pero sin que esto implique que la no citación de un trabajo quiera decir que éste sea de baja calidad, evitando lo que en palabras de Rodríguez Ruiz (2006) es una presunción de culpabilidad cuando un artículo no recibe citas.

Teniendo todo esto en cuenta, se plantea que el análisis de citas es una herramienta de gran utilidad para la evaluación científica a todos los niveles, incluyendo el nivel micro. Para este nivel particular, Cole (1989) ha señalado su validez cuando los investigadores son considerados dentro de poblaciones homogéneas de científicos, siendo posible hacer valoraciones sobre la posición de un determinado investigador en cuanto a su nivel de citación dentro de su población, pero nunca para comparar directamente dos investigadores a través de los recuentos brutos de sus citas, ni siquiera aunque ambos trabajen en la misma disciplina.

A continuación se presentan los aspectos más destacables relacionados con el recuento de las citas así como con el cálculo de los diferentes indicadores basados en ellas, con especial atención a sus características cuando se utilizan a nivel individual.

#### **1.3.2.1. Consideraciones generales sobre las citas**

El recuento de citas comparte algunas de las limitaciones ya descritas para el recuento de documentos, como es el problema de cómo asignar el crédito de las citas cuando los documentos están realizados entre varios autores (MacRoberts y MacRoberts, 1989; Cronin y Overfelt, 1994). Sin embargo, en este caso, la tónica generalizada es asignar el crédito completo de las citas recibidas a todos los autores del documento por igual. Algunos trabajos como el de Chandy (1994) han utilizado recuentos fraccionados para las citas, aunque este autor afirma que los autores más destacados por citas no cambian sustancialmente en función del uso de recuentos fraccionados o totales.

Los problemas relativos a su recuento son en general problemas técnicos asociados a las bases de datos que permiten su búsqueda (*Web of Science* y *Scopus*):

- Errores en la asignación de las citas a los documentos (Moed, 2005a), entre ellos se pueden mencionar los errores en las referencias provocados por números de páginas incorrectos, errores en los autores, en los títulos, etc.
- Los problemas de fragmentación de las citas entre el valor TC (*Times Cited*) proporcionado por el *Web of Science* y las citas que se pueden obtener de la opción "*Cited Reference Search*" (búsqueda por referencia citada) (Kostoff y Shlesinger, 2005), estimando una pérdida de citas en este sentido entre un 4% o un 8% (Nicolaisen, 2007)

### 1.3.2.2. Principales indicadores de impacto observado

En este apartado se describen los principales indicadores derivados del análisis de las citas que reciben los documentos y de su utilidad a nivel individual.

#### Número total de citas

Es el valor absoluto del número de citas que recibe la producción científica de una unidad de análisis concreta, en este caso, la producción de cada uno de los investigadores. En este indicador, como en todos los relacionados con las citas, habría que considerar la posible influencia de las autocitas. Asimismo, otra limitación es la alta correlación entre el número de documentos y las citas que reciben las unidades analizadas, por lo que asumir que las citas son independientes del tamaño es incorrecto (Katz, 2000), incluso a nivel individual (Costas et al, 2008)

#### Citas por documento

Este indicador presenta un valor relativo del impacto "medio" de los documentos de la unidad de análisis, y consiste únicamente en dividir el total de citas por el número de documentos de dicha unidad. Ofrece una medida de la eficiencia de la citación, siendo uno de los indicadores más potentes (Kelly y Jennions, 2006; Yi et al, 2008). Este indicador perjudica las estrategias de publicación *salami* dado que, como indican los resultados de Leimu y Koricheva (2005b), la estrategia de dividir los resultados en numerosos artículos, aunque puede aumentar el número absoluto de citas, reduce significativamente el número de citas por documento.

#### Highly Cited Papers

Los Documentos Altamente Citados o *Highly Cited Papers* (HCP) son aquéllos que reciben igual o más citas que la medida de referencia del área de estudio (Plomp, 1994), pudiendo existir diferentes criterios para establecer esta medida de referencia, como el percentil 5, 10, 15, etc. de los documentos más citados de una disciplina científica o los documentos que reciben un número determinado de citas (400 o más citas, 500, etc.) (Glänzel y Schubert, 1992).

Los HCP han recibido gran atención por parte de los investigadores (Tijssen et al, 2002; Aksnes, 2003b; Jones, 2005) dado que son artículos con especial interés por su alta citación y por su gran implicación social (Small, 2008). Es interesante su detección porque, entre otras cosas, pueden tener efectos sobre

los valores medios de los indicadores de citas (Aksnes y Sivertsen, 2004). Además, los HCP tienden a concentrarse en pocas revistas (Ioannidis, 2006) y a tener una distribución muy sesgada (Moed, 2000). Es importante también conocer el peso real de este tipo de documentos en el conjunto de la producción de los investigadores, ya que además permiten detectar los investigadores susceptibles de conformar la elite de una determinada comunidad.

#### *Indicadores de Impacto Relativo o Relative Citation Rate (RCR)*

Los indicadores de *Relative Citation Rate* o Ratio Relativo de Citación fueron sugeridos por Schubert y Braun (1986) y presentan generalmente una comparación del ratio de citas por documento de una unidad de análisis con la de una referencia superior, como son las revistas (Braun, 1999) o las disciplinas científicas donde se han publicado los documentos. Dicho en otras palabras, son indicadores que muestran si los documentos de un grupo o investigador están recibiendo citas por encima o por debajo de la media internacional en su disciplina o revista de publicación. La principal ventaja es que ofrecen una idea del logro científico de las unidades de análisis en relación con un marco internacional de referencia, y además permiten la comparación entre unidades de diferentes disciplinas (Vinkler, 2000).

Estos indicadores han sido empleados, entre otros, por Schubert et al (1989) y hoy en día el CWTS holandés también los calcula de forma sistemática, denominándolos CPP/FCSm (*Citation Per Publication/Field Citation Score mean*, que compara el ratio de citas por documento de la unidad con su disciplina de publicación) y CPP/JCSm (*Citation Per Publication/Journal Citation Score mean*, que compara con las revistas de publicación) (van Raan, 2004a). En este sentido, hay que destacar que el FCSm (*Field Citation Score mean*) es la media de citas por documento que reciben todas las publicaciones de las disciplinas donde ha publicado la unidad de análisis, mientras que JCSm (*Journal Citation Score mean*) es la media de las citas por documento de las revistas de publicación de la unidad de análisis. Por su parte, el JCSm/FCSm es el cociente del ratio de citas por documento de las revistas de publicación de la unidad de análisis dividido entre el ratio de citas por documento del campo científico de dichas revistas, por lo tanto este indicador ofrece una medida de si la unidad de análisis está publicando en revistas que tienen más o menos citas en promedio que la disciplina científica a la que pertenece.

Schubert y Braun (1993) plantean que el mejor método es utilizar como base las revistas mientras que Aksnes (2006) ha sugerido que la mejor opción es comparar los documentos con su campo de publicación, aunque según este autor las diferencias entre utilizar como referencia la disciplina o la revista son muy pequeñas.

La principal diferencia entre los indicadores del CWTS y el RCR descrito por Schubert et al (1989) es que los primeros descartan las autocitas en su cálculo (incluso para los valores de referencia FCSm y JCSm) y que además calculan los indicadores en función del tipo documental.

Es interesante señalar que la metodología general de cálculo consiste en obtener un único valor de RCR (o CPP/FCSm; CPP/JCSm) para cada unidad de análisis. Sin embargo, Lundberg (2007) sugiere que estos indicadores deberían de ser obtenidos a nivel de documento, es decir un valor RCR para cada uno de los documentos de la unidad de análisis, para después obtener un valor medio para el total de la producción de la unidad de análisis. Esta propuesta todavía no ha sido analizada en profundidad.

Entre las limitaciones de estos indicadores, Vinkler (1996) ha sugerido que perjudica a las unidades que tienden a publicar en revistas de alto impacto (dado que es más difícil superar el impacto medio de las mismas). A nivel individual, también se podría mencionar la limitación de que los investigadores con poca producción pueden obtener valores desproporcionadamente altos en este indicador no representativos de su actividad media debido a algún documento muy citado y con un ratio muy superior al de su revista o disciplina científica.

### Índice h y sus variantes

Un indicador que se ha puesto de moda muy recientemente, y que de acuerdo con Bar-Ilan (2008a) ya forma un nuevo campo de investigación bibliométrica, es el índice h sugerido por Hirsch (2005), y diseñado especialmente para su uso a nivel individual. Según Hirsch, un investigador tiene un índice h cuando h de sus documentos han recibido h citas cada uno, y el resto tiene no más de h citas por documento. Su cálculo es sencillo ya que sólo requiere ordenar los documentos de un investigador en orden descendente del número de citas recibidas, e identificar el punto en que el número de orden coincide con el de citas recibidas por el documento. Este número constituye el índice h.

La comunidad científica ha mostrado un gran interés por este índice como demuestra el alto número de publicaciones que han abordado el tema (Ball, 2005; Cho, 2005; Dume, 2005a, 2005b; Monatersky, 2005; Nature, 2005; Nazarov, 2005; Popov, 2005; Glänzel, 2006). Ha sido calculado en diferentes campos como Física (Hirsch, 2005), Biomedicina (Bornmann y Daniel, 2005), Biblioteconomía y Documentación (Cronin y Meho, 2006; Oppenheim, 2007), o las Ciencias de la Administración (Saad, 2006). Se ha analizado su utilidad para el análisis y evaluación de revistas (Braun et al, 2006; Rousseau, 2006; Orbay et al, 2007), para la comparación de disciplinas científicas (Banks, 2006), para la concesión de premios (Glänzel y Persson, 2005) y para el análisis de países (Csajbók, 2007) y centros de investigación (Kinney, 2007).

Entre las ventajas del índice h se pueden mencionar las siguientes:

- Combina una medida cantidad (publicaciones) e impacto (citas) en un solo indicador.
- Ofrece mejores resultados que el uso de otros indicadores ocasionalmente utilizados de forma única para la evaluación individual (factor de impacto, número total de documentos, total de citas, citas por documento y número de *Highly Cited Papers*).

- Una de sus mayores ventajas es su facilidad de cálculo y obtención (Nazaroff, 2005), siendo fácilmente calculable a través de las bases de datos *Web of Science* o *Scopus* (Bar-Ilan, 2008b), que recientemente ha empezado a ofrecerlo como un valor añadido al resultado de las búsquedas.
- Tiene cierta tolerancia a las pequeñas pérdidas de documentos y citas para los autores analizados, dado que éstas sólo influyen a los documentos que están en el límite para entrar en el índice. Las pérdidas de citas a documentos que ya forman parte del núcleo o que están muy por debajo del umbral para entrar en el núcleo no son importantes (Vanclay, 2006; Rousseau, 2007).
- Se ha observado buena correlación con valoraciones de expertos (Bornmann y Daniel, 2005, 2007a), aunque esto también se ha descrito en el caso de los recuentos de citas y documentos (Nederhof y van Raan, 1993a, 1993b).

Por otra parte, muchas han sido las limitaciones descritas para este indicador (Vinkler, 2007; Costas y Bordons, 2007b):

- Es inadecuado para comparar investigadores de diferentes áreas científicas, lo que se explica por los diferentes hábitos de publicación y citación entre las disciplinas. Un ejemplo de esto es que los investigadores más relevantes en Biología doblan en sus valores de índice *h* a los de otras áreas como la Física, y éstos a su vez se sitúan muy por encima de las Matemáticas. Como respuesta a esta limitación han surgido distintas modificaciones del índice *h* orientadas a facilitar las comparaciones entre áreas (Iglesias y Pecharromán, 2007; Batista et al, 2006), aunque ninguna de ellas ha sido aceptada de forma generalizada.
- Muestra una alta correlación con el número total de citas y documentos de los investigadores (van Raan, 2006a; Glänzel, 2006; Molinari, 2008). Presenta una gran dependencia del tamaño (*size dependence*) de la producción de los autores (número de documentos) así como del tamaño de su carrera investigadora (número de años) (Liang, 2006), por lo que tiende a favorecer a los que cuentan con carreras científicas más dilatadas (Kelly y Jenions, 2006; Burrell, 2007) y tiene menos validez para los investigadores más jóvenes con bajo número de publicaciones, no siendo capaz de discriminar entre los investigadores con un nivel intermedio de actividad (Jin et al, 2007; Lehman et al, 2006). También hay que destacar la limitación indicada por Roediger (2006) de que investigadores que ya no publican nada pueden aumentar su índice *h* por las citas que reciben sus artículos anteriores. Para comparar investigadores en distintas etapas de su carrera se sugiere calcular el índice *h* para un determinado periodo de tiempo y no para toda la vida profesional.
- Tiene los problemas ya descritos para la validez de las citas (Usprung y Zimmer, 2007) y no tiene en cuenta la calidad de las revistas de publicación (van Raan, 2006a), lo que constituye una limitación

importante, dado que existen diferencias notables entre publicaciones en cuanto a los filtros de calidad impuestos a los documentos, así como a las diferentes orientaciones de los investigadores.

- La conveniencia o no de incluir las autocitas en su cálculo ha sido también objeto de debate. Algunos autores sugieren su exclusión por el riesgo de que el índice pueda incrementarse artificialmente si los investigadores identifican y citan sus documentos más próximos a entrar en el índice (Purvis, 2006). Aunque Hirsch (2005) afirma que la influencia de las autocitas es limitada, algunos autores como Schreiber (2007) sugieren que en el caso de investigadores jóvenes con valores bajos del índice, las autocitas podrían jugar un papel más importante.
- Para los investigadores que siguen estrategias “selectivas” es decir, aquellos que priman calidad frente a cantidad y que por tanto no publican un número de documentos muy elevado y por contra producen un alto impacto en la comunidad científica (Cole y Cole, 1967; Moed, 2000; Costas y Bordons, 2005) el índice  $h$  es claramente desfavorable. Esta limitación entronca directamente con lo afirmado por van Raan (2006a) de que el índice  $h$  es un indicador, muy dependiente del tamaño de la producción (tanto del total de documentos como del total de citas). Asimismo, esta dependencia del número de documentos plantea un límite natural para el índice  $h$ , dado que una persona con 20 documentos nunca podrá tener un índice superior a 20, independientemente de las citas que reciban sus artículos, propiedad que han corroborado Antonakis y Lalive (2008). También en esta línea, se plantea la importante limitación de que las citas reales de los documentos que entran en el índice no influyen sobre su valor (Egghe, 2006; Sidiropoulos et al, 2007), por lo que los *Highly Cited Papers* apenas tienen valor para el índice y un investigador con 20 documentos y 20 citas cada uno tendría un índice  $h$  de 20 que sería igual al de un investigador con 20 documentos y 40 citas en cada uno de ellos, aspecto que también ha sido destacado por Bornmann (2006).
- La creciente popularidad del índice conlleva el riesgo de pretender reducir la evaluación a un solo indicador, a pesar de que la investigación es un proceso multidimensional que difícilmente se puede caracterizar unidimensionalmente (Glänzel, 2006; van Raan, 2006a; Costas y Bordons, 2007a), siendo preferible combinar distintos indicadores y planteamientos multidimensionales que contemplen la investigación científica en sus diferentes facetas (Martin, 1996; Lewison et al, 1999; van Leeuwen et al, 2003).
- Existen también limitaciones técnicas, ya que aunque las principales bases de datos que incluyen citas (*Web of Science* y *Scopus*) proporcionan diversas herramientas para facilitar la identificación de los documentos de un autor e incluso permiten su cálculo automático, los problemas de homonimia, variantes de firma de los autores, errores tipográficos y falta de normalización siguen vigentes y dificultan la obtención correcta de este indicador de una forma automática y fiable. Si a esto se une que el índice  $h$  de un investigador puede variar según la

base de datos utilizada para su cálculo, se explica la recomendación de algunos autores de obtenerlo partiendo de una relación completa de las publicaciones de los investigadores, validada por ellos mismos, para aumentar la fiabilidad de los resultados (Bornmann y Daniel, 2007c).

Ante estas limitaciones, se han propuesto diversas alternativas orientadas a mejorar el índice h, como es el índice g, propuesto por Egghe (2006) que es el número más alto de artículos que han recibido  $g^2$  o más citas. Este indicador presenta la ventaja de que le otorga más peso a los *Highly Cited Papers*, ante los cuales el índice h es insensible. Sin embargo Costas y Bordons (2008) detectaron una alta correlación entre estos dos índices, estableciendo que el índice g sigue perjudicando (aunque en menor medida) a los investigadores con estrategias selectivas dado que el índice g también está altamente correlacionado con el número total de citas. Por otro lado, de acuerdo a la metodología de cálculo del índice g, los investigadores con poca producción pero algún documento altamente citado se podrían ver beneficiados por el incremento de documentos ficticios con 0 citas para realizar el cálculo.

Otros índices que han aparecido en torno al índice h son el índice A, que calcula la media de citas por documento de los documentos que entran en el “núcleo h”, siendo el “núcleo h” aquellos documentos que entran en el cálculo del índice; el índice R (Jin et al, 2007), que es la raíz cuadrada del total de citas de los documentos del núcleo h; el índice AR (Jin et al, 2007), que es una variante del índice R pero teniendo en cuenta la edad de los documentos, y el índice b (Borman et al, 2007), entre otros.

En términos generales, los índices derivados del índice h pueden clasificarse en dos conjuntos principales de indicadores (Bornmann et al, 2008): los que hacen referencia a la “cantidad” de documentos del núcleo h (índice h, índice g, valor m, entre otros) y los que hacen referencia al impacto de los documentos del núcleo h (índice A, índice R, índice AR, entre otros). Estos últimos intentan superar el carácter marcadamente “cuantitativo” del índice h, aunque su validez y utilidad no ha sido probada todavía.

Por todo ello, se entiende que la validez del índice h no es tan alta como han sugerido muchos investigadores (Bornmann y Daniel, 2005), pero considerando cuidadosamente sus limitaciones y acompañándolo de otros indicadores puede presentar un interés complementario en los estudios bibliométricos.

### **1.3.3. Indicadores de impacto esperado o visibilidad de las revistas**

Estos indicadores hacen referencia a la visibilidad e impacto de las revistas de publicación de los documentos publicados por los investigadores objeto de estudio. Hacen referencia a diferentes medidas del impacto de las revistas, tanto en valores absolutos como relativos a las restantes revistas de su disciplina, destacando en este sentido la clasificación temática de revistas proporcionada por Thomson-ISI como es el *Journal Citation Reports* (JCR) que será descrito más adelante.

### 1.3.3.1. Principales indicadores de impacto esperado y visibilidad

#### Factor de Impacto

Un indicador muy utilizado, aunque poco entendido y también muy discutido derivado del análisis de las citas recibidas por las revistas de publicación es el Factor de Impacto (Garfield, 1955, 2003). El Factor de Impacto se define como el número de citas que en término medio, reciben los documentos de una revista durante un periodo de tiempo determinado (2 años). Su cálculo responde a la siguiente formulación:

$$\text{Factor de Impacto } 2006 = \frac{\text{Citas 2006 a documentos de } 2004 \text{ y } 2005}{\text{Artículos publicados en } 2004 \text{ y } 2005}$$

El Factor de Impacto es, por tanto, una medida estimativa del prestigio de las revistas, muy utilizado en evaluación científica por su amplia difusión y accesibilidad (Bordons et al, 2002) ya que no es necesario esperar un periodo de tiempo después de la publicación del documento para obtenerlo (como ocurre en el caso de las citas) estando disponible de forma inmediata a través del *Journal Citation Reports* (JCR). Sin embargo, Seglen (1992, 1994), Buela Casal (2003), Kaltenborn y Kuhn (2004) y Amin (2000) entre otros han criticado la utilización del Factor de Impacto de las revistas para evaluar a los científicos de forma individual, señalando las siguientes limitaciones:

- Existen problemas en el cálculo del Factor de Impacto por parte de Thomson-ISI, dado que, como afirman Kaltenborn y Kuhn (2004), no existe una definición adecuada de lo que son los documentos citables en el algoritmo de cálculo del Factor de Impacto. Esto se debe a que para el cálculo del Factor de Impacto en el JCR, se cuentan las citas recibidas por todos los documentos (numerador), pero en el denominador se incluyen únicamente los artículos y las revisiones, lo cual puede beneficiar a determinadas revistas como son aquellas que publican muchas cartas, ya que éstas proporcionan citas que no se contabilizan en el denominador (ítems citables).
- El Factor de Impacto de una revista no es representativo del impacto de todos los artículos publicados en ella, dado que la distribución de citas es muy asimétrica incluso dentro de una misma revista (Gisvold, 1999). En este sentido, Seglen (1997) afirma que el 50% de los artículos publicados en una revista concentran el 90% de las citas que obtiene dicha revista, por lo que el hecho de que un autor publique en una revista de alto Factor de Impacto no quiere decir que sus artículos vayan a ser necesariamente muy citados, lo que además viene apoyado por la pobre correlación entre el número de citas por artículo y el Factor de Impacto.
- Van Leeuwen y Moed (2005) destacan el importante papel que juegan los documentos sin citas en el cálculo del Factor de Impacto, así como el número de artículos de la revista, dado que las revistas con menos artículos tienden a tener tasas más altas de artículos sin citas.



- El uso indiscriminado del Factor de Impacto en la evaluación científica puede provocar cambios en el comportamiento de los investigadores, dado que éstos pueden tratar de publicar en revistas de alto Factor de Impacto que pueden no ser las más adecuadas para difundir su investigación (Kaltenborn y Kuhn, 2004). En esta línea, algunos autores han señalado que los investigadores clínicos se pueden ver estimulados a publicar en revistas de alto Factor de Impacto (más básicas) y perder audiencia obteniendo por tanto menos impacto real en citas (Gastel, 2001).
- Krauss (2007) ha denunciado que en ocasiones las revistas fomentan la autocitación de la propia revista como método de manipulación de su Factor de Impacto.
- La mayoría de las autocitas de los documentos se concentran en los primeros años después de su publicación (Glänzel et al, 2006), por lo que el Factor de Impacto basado en una ventana de citación de dos años, estaría altamente influenciada por las mismas.
- La ventana de citación de dos años impide comparar Factores de Impacto de disciplinas científicas con diferente ritmo de envejecimiento de la literatura científica, y beneficia a las disciplinas con una vida media más corta (Moed, 2005b).

#### Posición Normalizada (PN)

Este indicador hace referencia a la posición relativa que cada revista ocupa en su disciplina científica, teniendo en cuenta la relación de revistas en orden descendente de Factor de Impacto y en función del número total de revistas que tiene dicha disciplina.

La principal limitación de este indicador es que dentro de una determinada disciplina del JCR pueden existir grandes diferencias de Factor de Impacto entre las revistas como demostraron Magri y Solari (1996), Solari y Magri (2000) y Figueredo (2006), y revistas que están en posiciones muy próximas pueden tener grandes diferencias de Factor de Impacto. En cualquier caso este indicador señala si se está publicando en revistas del primer cuartil ( $PN \geq 0,75$ ) o del cuarto cuartil ( $PN \leq P25$ ), etc.

#### **1.3.3.2. Interés de los indicadores basados en el Factor de Impacto**

A pesar de estas limitaciones, la utilización del Factor de Impacto presenta interés en la evaluación individual ya que las revistas de mayor Factor de Impacto dentro de cada disciplina son las consideradas más importantes (manteniendo su orientación básica o clínica) por su comunidad científica, y tal y como van Raan (2001) ha demostrado, los investigadores tratan de publicar en las mejores revistas de su especialidad. Por tanto, éstas revistas han desarrollado rigurosos sistemas de selección de originales, aplicando estrictos procesos de revisión de expertos que preceden a la aceptación de los originales para su publicación (Bordons y Zulueta, 1999; Bordons et al, 2002). De esta manera, aunque es necesario no perder de vista las limitaciones de

este indicador, el hecho de publicar en revistas de alto Factor de Impacto es un indicador del éxito en la superación de los exigentes filtros de calidad de las revistas científicas de mayor prestigio y muestra la capacidad de los investigadores para incluir sus trabajos en las mejores revistas de sus campos (Wallin, 2005). Así pues, el Factor de Impacto es un indicador interesante en la evaluación de la actividad científica aunque no se corresponde con el impacto real de los documentos en la comunidad científica. Además, es un aspecto importante, tanto para los investigadores como para sus instituciones, que se trate de publicar los artículos en las mejores revistas de los diferentes campos científicos (Villar, 2003), dado que esto ofrece una mayor visibilidad de los científicos y de sus centros e instituciones dentro de la comunidad científica.

#### **1.3.4. Análisis de la colaboración científica**

Un elemento fundamental de la ciencia actual es su creciente colaboración. La colaboración científica se ha convertido en una constante habitual de la actividad investigadora en gran parte de sus áreas, habiéndose observado en las últimas décadas un importante incremento en la misma en distintas regiones, países y disciplinas. La creciente complejidad y especialización de la investigación, que requiere la participación de investigadores con distintos conocimientos y habilidades; la conveniencia de compartir recursos; y la mayor facilidad de comunicación entre los investigadores; son algunas de las causas que explican el aumento de la colaboración en la ciencia (Lee y Bozeman, 2005). Paralelamente, se ha despertado un creciente interés por el estudio de la colaboración en sus distintos aspectos, como por ejemplo, su incidencia por regiones geográficas y disciplinas (Bordons y Gómez, 2000; Garg y Padhi, 2001; Larivière et al, 2006), aspectos organizativos de la misma (Chompalov y Shrum, 2002), factores que mueven a colaborar (Katz y Martin, 1997; Melin, 2000) y posibles beneficios sobre la actividad investigadora (Herbertz, 1995; Lee y Bozeman, 2005).

La colaboración científica se ha asociado a un mayor éxito científico, medido éste a través del prestigio de las revistas de publicación y de las citas recibidas por los documentos (Narin et al, 1991; Katz y Hicks, 1997b; Glänzel y Schubert, 2001; Persson et al, 2004). Esto explica el interés de muchos gobiernos y agencias de financiación por fomentar la colaboración, al considerar que es beneficiosa para la actividad científica y que debe ser promocionada (Katz y Martin, 1997).

##### **1.3.4.1. La colaboración científica: análisis y beneficios para la investigación**

Los estudios publicados muestran que la colaboración científica tiene costes, derivados en parte de los problemas organizativos y de comunicación, pero también beneficios, variables según el tamaño y el tipo de área, siendo más ventajosa la colaboración en las ciencias experimentales y naturales que en las ciencias sociales o humanidades (Larivière et al, 2006). Los mayores beneficios se describen para la colaboración internacional, que se ha asociado a mayores tasas de citación, aunque algunos autores sugieren que ello no implica una mayor calidad de la investigación sino una mayor visibilidad y autocitación de

los documentos, debido a su mayor número de autores y centros firmantes (Herbertz, 1995).

El análisis de la colaboración científica se puede plantear desde diferentes perspectivas aunque generalmente se ha medido a través de la coautoría, y aunque esto puede ser cuestionable, se plantea que esta aproximación tiene diversas ventajas (Katz y Martin, 1997):

- Es invariable y verificable.
- Es relativamente barato y práctico.
- Se pueden analizar grandes unidades, lo que da mayor validez a los resultados.

En cualquier caso, Katz y Martin (1997) sugieren que debe tenerse en cuenta que el análisis de la colaboración por coautoría es sólo un indicador parcial de la actividad colaboradora, por lo que otros indicadores y valoraciones de la colaboración científica no serían desdeñables. No todos los tipos de colaboración se ven representados por la coautoría, en este sentido, diferentes autores señalan que los agradecimientos son una interesante fuente para el análisis de la colaboración (Cronin et al, 1992).

Laudel (2002) ha destacado diversas clases de colaboración, como la colaboración que conlleva una división del trabajo, la colaboración de servicios, la provisión de acceso a equipos de investigación, la transmisión de *know-how*, o la estimulación mutua.

Melin (2000) determina que existen diferentes razones para la colaboración y que algunas conducen a la aparición de los grupos de investigación. Entre los motivos que mueven a los investigadores a colaborar destacan las razones cognitivas (aumentar y compartir los conocimientos científicos) y las razones técnicas (compartir instrumentos, medios, etc.). Igualmente, dada su importancia, afirma que los grupos de investigación deben ser tenidos en cuenta por las políticas científicas.

Katz y Martin (1997) han sugerido una serie de beneficios que conlleva la actividad en colaboración:

- La optimización de recursos, no sólo materiales y técnicos, sino también intelectuales.
- La transferencia y aprendizaje de conocimientos y destrezas.
- Es una fuente de estimulación de la creatividad.
- Permite ampliar las redes de coautoría y por tanto la visibilidad de los trabajos.
- De modo global, la colaboración permite llevar a cabo la investigación de modo más eficiente.

- En lo que se refiere a los costes, diferentes autores señalan la mayor necesidad de tiempo así como el incremento de aspectos relacionados con la administración (Katz y Martin, 1997).

Por su parte, Bozeman y Corley (2004) mencionan que no toda la colaboración presenta los mismos beneficios ni los mismos objetivos, de hecho si se desciende del nivel macro al micro las circunstancias de la colaboración pasan de ser más estructurales a más individuales, por lo que los efectos beneficiosos de la misma pueden variar.

#### **1.3.4.2. Redes y grupos de investigación**

Una interesante tipología de estudios relacionados con la colaboración científica es la que muestra las relaciones entre los diferentes actores que toman parte en la actividad científica, siendo posible detectar redes y grupos de investigadores. En este sentido, el análisis de grupos se ha mostrado de gran utilidad en muchas ocasiones (Bordons y Zulueta, 1997; Camí et al, 2003), considerándose que la colaboración y el trabajo en grupo son características propias de la ciencia moderna que favorecen la interdisciplinariedad.

Los análisis de redes sociales y los mapas de la ciencia también tienen interés desde el punto de vista de la política científica (Buter y Noyons, 2001; Buter et al 2006) presentando un rápido crecimiento en los últimos tiempos y una gran utilidad para diversas disciplinas científicas (Otte y Rousseau, 2002).

Entre los temas analizados en la literatura se puede mencionar el análisis del desarrollo de los grupos de investigación y su tipología (Arechavala Vargas y Díaz Pérez, 1996), los efectos de las dinámicas de trabajo en grupo, el tamaño de los grupos, la influencia de los cambios organizativos sobre el rendimiento y la creatividad individual, (Bush y Hattery, 1956). Algunos autores señalan que la pertenencia a grupos consolidados beneficia la productividad individual (Rey Rocha et al, 2002, 2006).

#### **1.4. La actividad investigadora en España**

Actualmente los gastos de España en investigación representan en torno al 1,07% del PIB español, habiéndose incrementado este porcentaje desde el 0,72% en 1988 hasta el 1,07% en 2004. Este crecimiento se debe, por una parte, al crecimiento del gasto de I+D ejecutado en el sector público, pasando del 0,31% en 1988 al 0,49% en 2004, y por otro, al crecimiento experimentado en el gasto ejecutado en las empresas, en porcentaje de PIB, que ha pasado del 0,41% en 1988 al 0,58% en 2004 (COTEC, 2006), aunque esto sigue sin ser suficiente para que España se acerque a la media de la UE-25. Cabe destacar, sin embargo, el crecimiento positivo experimentado por la producción científica española (Gómez et al, 2004; FECYT, 2004) que ha pasado del 1,3% del total mundial en 1988 al 2,9% en 2004 (COTEC, 2006). Además, de acuerdo con Gómez et al (2006), también se observa un crecimiento en el reconocimiento de la ciencia española medido a través del número de citas que reciben estos documentos, lo cual indica que la investigación realizada en España comienza a estar integrada y aceptada por la comunidad internacional, aunque dicho reconocimiento se encuentra todavía por debajo de la media

europea. Hay que destacar que la aportación de España a la ciencia internacional (3,1% de las publicaciones *Web of Science* en 2003) es muy superior a su aportación a la tecnología (0,7% de patentes EPO y 0,2% de patentes USPTO) lo cual se debe a la baja implicación del sector privado en la I+D y la insuficiente colaboración entre los sectores público y privado, que se manifiesta también por la escasa movilidad de los investigadores públicos a la empresa privada y viceversa (Gómez et al, 2006).

En cuanto a recursos humanos en investigación, España no ha alcanzado todavía el nivel que le correspondería por su posición en la economía mundial, dado que en el año 2002 se contabilizaban 4,5 investigadores por cada 1000 habitantes de población activa frente al promedio europeo de 5,8. Por otro lado se acusa un envejecimiento de la población de investigadores españoles que se hace más grave en la medida en que las cohortes más jóvenes se encuentran con una situación muy difícil para el desarrollo de una carrera de investigación estable y remunerada al mismo nivel que en los países del entorno europeo (González de la Fe y González Ramos, 2006).

#### **1.4.1. La evaluación de la investigación en España**

En cuanto a la evaluación científica en España, hasta los años 80 el sistema de I+D español estaba escasamente desarrollado y la evaluación de la investigación era una actividad irrelevante (Sanz Menéndez, 1995), dado que no existía ningún tipo de política científica, caracterizados por una carencia de tradición evaluadora, sin excesivas preocupaciones por lograr la eficiencia de la misma. Durante la década de los 80, con la aprobación de la Ley de la ciencia y la puesta en marcha de los Planes Nacionales de I+D aparece la evaluación científica como un proceso sistemático que forma parte de la política científica española, convirtiéndose en un mecanismo de control y regulación de la comunidad investigadora, entendiéndose que de este modo se garantiza la calidad de la investigación y la transparencia en la asignación de los fondos públicos de I+D. De esta forma, en España la evaluación queda garantizada por el Estado, y busca recompensar y seleccionar a los mejores investigadores. Sin embargo, Mora (2001) destaca que el rápido crecimiento de la universidad durante los años 80 provocó que los procesos de reclutamiento de personal en las universidades no fueran siempre todo lo rigurosos que se deseaba, lo cual además plantea que la edad joven de muchos de los profesores contratados en aquellos años no permita la creación de nuevos puestos, provocando un cuello de botella en la incorporación de nuevos investigadores haciendo que muchos investigadores jóvenes estén en puestos por debajo de su capacidad científica y académica.

Actualmente, en un contexto generalizado de restricciones presupuestarias, especialmente debido al descenso en el número de alumnos en las universidades que no favorece el incremento de los recursos humanos en la misma universidad (Mora, 2001), la evaluación de la actividad investigadora es vista por los agentes políticos como una actividad fundamental, lo cual ha propiciado un mayor desarrollo de los procesos de evaluación en ciencia. Asimismo, otros elementos que han favorecido esta nueva conciencia han sido la introducción en la administración pública española de una cultura evaluadora, la influencia de prácticas europeas en materia de evaluación de

I+D y el desarrollo del interés público alrededor de los resultados y efectos de la ciencia.

La inclusión de la evaluación científica dentro de la política científica española ha propiciado la creación de instituciones y organismos que se encargan de llevarla a cabo. A continuación se detallan algunas de las instituciones que tienen un papel primordial en materia de evaluación de la actividad investigadora en España:

- CICYT (Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología). Es el órgano responsable de la planificación, elaboración, coordinación, evaluación y seguimiento de los Planes Nacionales de I+D; elabora las directrices generales de política científica; define los mecanismos más adecuados para su desarrollo; fija criterios de valoración, selección y control de la investigación; asigna los recursos económicos del Fondo Nacional para el desarrollo de la investigación científica y técnica; colabora con los órganos competentes de la acción exterior del Estado en materia de cooperación científica y técnica, bilateral y multilateral; y coordina la participación española en comités y órganos estatutarios de los programas de investigación europeos. Sin embargo, la CICYT ha perdido cierta relevancia desde que se crea la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) en 2001.
- FECYT (Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología). Esta fundación nace en el año 2001 como una entidad sin ánimo de lucro y con autonomía funcional, con el objeto de prestar servicio continuado y flexible al sistema español de Ciencia-Tecnología-Empresa. Asimismo, contribuye a identificar oportunidades y necesidades científicas, a la vez que propone formas de actuación a los agentes del sistema de investigación científica y de innovación tecnológica. Busca contribuir a la vertebración del Sistema de Ciencia y Tecnología español añadiendo el valor de la integración de actividades (investigación científica e innovación tecnológica) y cohesión entre instituciones y organismos (administraciones, científicos, sector industrial, sector financiero, etc.), facilitando la cohesión de ciencia, sociedad y empresa.
- ANEP (Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva). Es una institución creada en la CICYT en 1986 y sustentada por la misma aunque con una gestión autónoma. La ANEP tiene como misión el desarrollo de actividades de prospectiva en investigación científica y desarrollo tecnológico (Cruz-Castro y Sanz-Menéndez, 2006), además se encarga de un primer estadio de la evaluación científica y técnica de las entidades y grupos de investigación que participan en la ejecución de los Programas Nacionales de I+D. Esta actividad de evaluación es realizada en base a juicios de expertos *ex ante*, que elaboran un informe sobre la calidad de las propuestas de investigación, la experiencia y adecuación del equipo de investigación, y un juicio sobre el presupuesto, entre otras cuestiones. Tiene competencias en evaluación individual a través de sus paneles de expertos, sobre todo para la concesión de becas a estudiantes. También tiene como función contribuir a la realización de los estudios y análisis prospectivos que en materia de

investigación científica y desarrollo tecnológico que le sean encomendados, funcionando como un órgano consultor. Hay que destacar que la ANEP introdujo en España la cultura de la evaluación de la comunidad científica (Fernández de Caleyá, 2001), contribuyendo a mejorar la transparencia y la credibilidad en el sistema español de ciencia y tecnología, resolviendo algunos problemas de credibilidad y legitimación de la atribución de fondos públicos competitivos a los investigadores (Sanz Menéndez, 2004).

- CNEAI (Comisión Nacional Evaluadora de la Actividad Investigadora). La CNEAI se crea en 1989. En palabras de Fernández Esquinas et al (2006) es una institución diseñada para distribuir recompensas simbólicas y materiales entre los investigadores, siendo un mecanismo para la evaluación de la carrera investigadora de los científicos que pertenecen a la Administración pública. El análisis de los logros científicos es realizado por periodos de seis años (*sexenios*) a través de paneles de expertos organizados en 11 comités técnicos que representan las distintas áreas del conocimiento. Si los expertos consideran que la evaluación es positiva, al investigador le es concedido el sexenio, lo que representa un importante elemento de prestigio y legitimación (siendo un elemento de reputación en si mismo) y un pequeño incremento en el salario. La CNEAI ha recibido críticas al señalarse que los criterios seguidos en la evaluación favorecen a la investigación básica en detrimento de la investigación más aplicada y tecnológica, dado que lo que se prima es la concepción de carrera académica. Sin embargo, desde el comienzo de las evaluaciones de este organismo se ha observado una buena correlación entre los sexenios y la producción científica (Grupo Scimago, 2006c), y la producción internacional de los investigadores ha crecido considerablemente, reflejando lo que sería el resultado de la adaptación de los investigadores a los criterios de evaluación, constituyendo un elemento de estímulo para la internacionalización de la ciencia española (Jiménez Contreras et al, 2003).
- ANECA (Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación). Fundación estatal creada por el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte en el año 2002, en cumplimiento de lo establecido en el artículo 32 de la nueva Ley de Universidades (Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre). Sus funciones son: medir y hacer público el rendimiento de la Educación Superior mediante acciones de evaluación y otras conducentes a la certificación y acreditación, de acuerdo con procedimientos objetivos y procesos transparentes; reforzar la transparencia y comparación del sistema universitario, como medio para promover y garantizar la calidad de las Universidades, así como para el establecimiento de criterios para la rendición de cuentas a la sociedad. Esta agencia es, desde el momento de su creación, la encargada de evaluar y acreditar al profesorado universitario español, habilitándolo para trabajar en los centros universitarios (Souvirón Morenilla, 2004). Su metodología de trabajo a nivel individual se basa principalmente en la evaluación a través de paneles de expertos a partir de los datos del

currículum vitae de los candidatos. Asimismo, esta agencia también realiza evaluaciones institucionales, sin embargo, así como para la evaluación individual analiza aspectos de la actividad investigadora, en la evaluación institucional se centra principalmente en la evaluación de las actividades formativas y de enseñanza. Hay que destacar la reciente creación y desarrollo de las agencias de evaluación y acreditación de las diferentes Comunidades Autónomas, las cuales entran a jugar un papel importante en la evaluación de los investigadores de las diferentes autonomías (Cruz-Castro y Sanz-Menéndez, 2006).

Las instituciones encargadas de la evaluación científica trabajan principalmente en base al juicio de expertos. Sin embargo, sobre todo para las evaluaciones de la CNEAI, también se tienen en cuenta elementos bibliométricos como es la publicación de artículos en revistas de calidad y prestigio, utilizándose como referencia para la “calidad” de las revistas la inclusión de las mismas en determinados directorios y bases de datos como es el *Journal Citation Reports*, aunque existen criterios diferentes según áreas. Esto provoca que desde la política científica española se esté fomentando la publicación en revistas internacionales conocidas como *mainstream journals*, lo que conlleva un aumento de la visibilidad internacional de la ciencia española. Esta tendencia claramente positiva para la ciencia más básica puede no serlo para la ciencia más aplicada o de carácter más local, ya que va en detrimento de las revistas de carácter local y de la literatura escrita en otros idiomas distintos al inglés. Este fenómeno ha sido puesto de manifiesto por varios autores (Sancho, 1990; Rey Rocha et al, 1999; Mishra, 2008) y como afirman Gómez y Bordons (1996) el argumento generalizado por el que se tiende a considerar de baja calidad las publicaciones nacionales de los países más periféricos peca de simplista, ya que la causa de que muchas revistas no se incluyan en los índices internacionales es, en muchas ocasiones, su interés local, y no su baja calidad.

#### **1.4.2. El Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)**

Los orígenes del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) se remontan a 1907 cuando se decretó la creación de la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas (JAE). Esta nueva institución era heredera de la Institución Libre de Enseñanza y pretendía terminar con el aislamiento español enlazando con la ciencia y la cultura europeas. Sin embargo, con la Guerra Civil española la JAE cesó prácticamente en sus actividades, sus centros y laboratorio fueron cerrados para que en 1939 el régimen franquista creara a partir de las infraestructuras de la JAE el Consejo Superior de Investigaciones Científicas con su denominación actual. En esta época la política científica española se caracterizó por la autarquía basada en la intervención económica del Estado (San Menéndez y Muñoz Ruiz, 1992).

En los años 60, una generación de jóvenes investigadores españoles formados en el extranjero comenzaron a regresar a España, con la incorporación de muchos de ellos al CSIC, siendo entre 1968 y 1975 cuando se estableció un sistema estable de acceso a la carrera científica en el CSIC (Cruz-Castro et al, 2002). En 1977 se aprobó el primer estatuto democrático del CSIC con elecciones de los directores de los institutos y de los cargos directivos, excepto del Presidente del CSIC, designado por el Gobierno. En 1986 con la Ley de la



Ciencia (13/1986) se crearon legalmente los OPIs (Organismos Públicos de Investigación), donde se incluía el CSIC. Estos años fueron una edad “dorada” para el CSIC, dado que entre el periodo 1986-1993 hubo un crecimiento del 150% en sus presupuestos, así como en cuanto a incorporación de personal, con más de 1000 plazas de personal investigador y 487 de personal técnico (López Facal et al, 2006).

En la actualidad el CSIC es el mayor organismo público de investigación en España, siendo uno de los agentes de mayor importancia en el conjunto del sistema español de ciencia y tecnología (Sanz Menéndez y Pfretzschner, 1992). Posee un carácter autónomo, multisectorial y multidisciplinar, con personalidad jurídica, patrimonio propio y con implantación en todo el territorio nacional (BOE, 02/12/2000). Es una organización similar al CNRS francés, al CNR italiano o al *Max Planck* alemán, siendo dependiente de la organización central del Estado. En este sentido, el CSIC es relativamente diferente de los otros Organismos Públicos de Investigación y de las universidades, aunque sus investigadores participan de la misma competición y sistema de evaluación que los profesores de universidad (Cruz-Castro y Sanz-Menéndez, 2007).

El fin primordial del CSIC es “promover y realizar investigación científica y técnica dentro del marco y al servicio de la política científica y tecnológica del país, con el objeto de impulsar y contribuir a su desarrollo económico, social y cultural” (CSIC, 2006).

Entre sus características, destacan:

- Carácter multidisciplinar, desarrollando actividades prácticamente en todos los campos del saber.
- Amplitud de sus actividades, abarcando desde la investigación básica al desarrollo tecnológico.
- Implantación en toda España, poseyendo centros o unidades en casi todas las Comunidades Autónomas.

Por otra parte, las funciones del CSIC son:

- Elaborar y ejecutar programas y proyectos de investigación científica y de innovación tecnológica.
- Contribuir al desarrollo del sistema integrado de ciencia, tecnología e innovación.
- Contribuir a la definición de políticas científicas y al análisis, selección, implantación, evaluación y seguimiento de prioridades científico-tecnológicas de futuro, y asesorar a los organismos de la Administración del Estado y de las Comunidades Autónomas que lo soliciten en materia de investigación científica e innovación tecnológica.
- Contribuir a la formación del personal de investigación y de apoyo de la institución.

- Gestionar y promover programas de investigación nacionales, internacionales y sectoriales.
- Promover la implantación de nuevas tecnologías, concertando con empresas y agentes del sector productivo cuantas iniciativas relacionadas con la I+D e Innovación contribuyan al desarrollo económico y social.
- Colaborar con las Administraciones, agentes sociales y sector productivo en cuantas tareas sean necesarias para la resolución de los problemas de la Sociedad que requieran una respuesta científica o tecnológica.
- Las que le sean encomendadas por el Gobierno y cualesquiera otras encaminadas a potenciar la investigación científica y técnica.

La ejecución de las actividades de carácter científico y técnico que tiene encomendadas se realiza a través de sus institutos, centros y departamentos.

La planificación, coordinación y supervisión de la actividad científico-técnica se realiza a través de las áreas científico-técnicas, en las que se integran los Institutos, Centros, Departamentos e investigadores.

En cuanto a recursos humanos, en 2005 el CSIC contaba con más de 8500 personas, de las que más de 5000 pertenecían a la plantilla propia del organismo (personal funcionario y laboral), y alrededor de eran 3500 contratadas o en formación (CSIC, 2005), distribuyéndose en 123 centros, entre propios (84) y mixtos (39).

Actualmente el CSIC ha cambiado su estatus administrativo convirtiéndose en una agencia estatal desde diciembre de 2007, este cambio proporciona una mayor flexibilidad a la institución, lo cual ha abierto nuevas perspectivas y oportunidades para su futuro (Nature, 2008), aunque también existen algunas incógnitas sobre el mismo. En este sentido, uno de los aspectos que más se busca agilizar es el de la contratación de personal científico, dado que actualmente este proceso es lento y difícil, haciendo prácticamente imposible ofrecer puestos competitivos que atraigan a investigadores eminentes de cualquier parte del mundo. El CSIC necesita dotarse de métodos que permitan objetivar y mejorar los procesos de evaluación científica, que por un lado contribuyan a mejorar y agilizar los procesos de evaluación y contratación existentes y que, por otro, lo conviertan en una institución atractiva para investigadores extranjeros.

## 1.5. Justificación del estudio

- *Interés de la evaluación a nivel individual*

La evaluación científica es un proceso muy sensible que se realiza constantemente en el entorno de la vida científica y a distintos niveles, por lo que son necesarios procedimientos sistemáticos de evaluación que permitan su realización de la forma más justa y objetiva posible (Garfield, 1983a).

A nivel individual, la evaluación juega un papel muy importante en el sistema científico de los países, ya que permite el seguimiento de la actividad científica de los investigadores ya pertenecientes al sistema y desempeña un papel primordial en el reclutamiento de nuevas incorporaciones.

En este sentido, la comunidad científica española ha señalado repetidamente la necesidad de disponer de métodos objetivos de evaluación de la investigación y de los investigadores (Delibes de Castro et al, 2006). Esto tiene una importancia capital para las instituciones, que necesitan procedimientos para garantizar que el reclutamiento de sus investigadores se realiza de forma adecuada, pero también para los propios investigadores individuales. Algunos autores señalan que las malas evaluaciones pueden provocar cambios en las trayectorias de los científicos (Garfield, 1983a) ya que las decisiones que afectan a los investigadores en sus primeros años de actividad investigadora son determinantes para su futuro (Long, 1978); pero además puede afectar a la incorporación futura de nuevos científicos (Mangematin, 2000) fomentando la “fuga de cerebros” a otros países o lo que se conoce como el “derroche de cerebros”, investigadores cualificados desempeñando puestos de trabajo por debajo de su capacidad (SGESE, 2003).

El uso de aproximaciones metodológicas no sólo orientadas a las instituciones sino también a las personas ha sido recalcado por diversos autores. Interesa conocer aspectos relativos al desempeño individual, y también a la motivación o satisfacción personal de los investigadores en el desarrollo de su actividad (Hermanowicz, 2007). Estas metodologías no deben perder de vista la evolución de las carreras investigadoras (Kemper, 2001), para de este modo estimularlas en todas sus etapas y que los científicos no pierdan su pasión por la ciencia.

- *Utilidad de los indicadores bibliométricos en la evaluación a nivel individual*

Los indicadores bibliométricos se han utilizado principalmente a nivel macro, habiéndose explorado mucho menos sus posibilidades a nivel micro. Sin embargo, su incorporación a este último nivel se fundamenta en la necesidad de hacer las evaluaciones de los investigadores más informadas y más justas, reduciendo la subjetividad en distintos procesos como son los de contratación y promoción de científicos. Tal y como señalan algunos autores, los análisis bibliométricos son útiles para la predicción del futuro, basada en la evaluación del rendimiento pasado (van Leeuwen, 2007).

En este contexto, es necesario desarrollar procedimientos y metodologías de evaluación a nivel individual, que tengan en cuenta que la ciencia tiene un carácter multidimensional y que, por tanto, incluyan varios indicadores y dimensiones para su análisis (Tijssen, 2003), y a ser posible contemplen la combinación de criterios cuantitativos y cualitativos (Zanotto, 2006). Además, como afirma van Raan (2005), es necesario que los indicadores bibliométricos ofrezcan herramientas orientadas a los usuarios, fáciles de manejar, pero que proporcionen datos bibliométricos avanzados, multidimensionales, normalizados y depurados, que permitan obtener visiones completas de la

actividad investigadora y que sirvan de herramienta útil y fácil de aplicar por los administradores políticos.

Las metodológicas de análisis a nivel individual deben considerar dos planteamientos generales, por un lado un planteamiento evaluativo (Bibliometría Evaluativa) y por otro un planteamiento explicativo (Bibliometría Descriptiva) (Narin 1976, van Leeuwen, 2004; y Avital y Collopy, 2005). El planteamiento evaluativo se enclava en la gestión de la investigación y su objetivo prioritario es la evaluación de la actividad científica, orientada con frecuencia en la actualidad a comparar y ordenar investigadores o sus instituciones en función de su rendimiento científico. Los planteamientos descriptivos por su parte, buscan entender los factores asociados al desempeño científico, explorando las características de los investigadores más productivos o analizando las condiciones que favorecen la investigación de mayor nivel, siendo un sistema de aprendizaje y desarrollo y no sólo como una forma de control (Hansson, 2006).

El hecho de poder detectar a los investigadores más destacados de cada área tiene interés más allá de la evaluación científica, ya que permite detectar líderes de grupos o incluso directores potenciales de los centros e instituciones científicas (Goodall, 2006). Por su parte, conocer los investigadores con peores rendimientos también presenta interés, puesto que como afirma Martin (1990) tradicionalmente siempre se le ha dado más importancia a los investigadores más productivos (los cuales son la minoría), prestándose menor atención a los investigadores con niveles menores de producción que en cambio son mayoría, siendo importante conocer sus principales características para poder plantear políticas de mejora e incentivo que favorezcan estrategias de crecimiento para todos los casos.

Sin embargo, tal y como afirma Buchholz (1995), actualmente no existen metodologías que permitan analizar el comportamiento de los investigadores con un perfil medio o bajo de desempeño científico. Según algunos autores, lo más importante no es establecer listas con los autores más productivos o más citados, sino que lo importante es analizar a todos los investigadores –y no solo a los más destacados- para detectar también el éxito científico de aquellos investigadores que son menos conocidos y todavía no están científicamente establecidos (Lange, 2001). En este aspecto, es importante considerar a los investigadores en conjunto dentro de su población y, tal y como propone Podlubny (2005), elaborar indicadores normalizados que permitan realizar comparaciones justas entre los investigadores, tanto dentro de las mismas áreas científicas como entre áreas diferentes.

Finalmente, las metodologías de análisis a nivel micro deben ser resistentes a la posible manipulación de los indicadores por parte de los investigadores, y no fomentar prácticas científicas poco éticas. Es necesario, por tanto, estudiar las diferentes prácticas y estrategias de publicación de los científicos, y evitar que éstas se orienten a maximizar la producción de artículos en detrimento de la calidad de los mismos (Nederhof, 2008). En la actualidad es posible detectar investigadores especializados en publicar un alto número de artículos con un impacto mediocre, mientras que otros desarrollan estrategias selectivas de publicación caracterizadas por un menor número de artículos en revistas de

gran visibilidad (los *perfectionists* sugeridos por Cole y Cole, 1967). La posibilidad de detectar a los investigadores con orientaciones selectivas es un objetivo de gran interés, dado que según Dennis (1954) son investigadores muy valiosos a pesar de que su producción no es muy alta. En esta línea, Antonakis y Lalive (2008) afirman que la sociedad se vería favorecida si los investigadores fuesen premiados por producir menos pero mejor. La restricción de la producción a artículos más esenciales y centrales ha probado ser más beneficiosa que la publicación extensiva (Kaltenborn y Kuhn, 2004). Esta selectividad empieza a ser valorada positivamente por la comunidad científica, tal y como sugieren los comentarios de Nature (2007) acerca de la posibilidad de limitar el número máximo de artículos de los investigadores a lo largo de su carrera científica, o por el hecho de que las evaluaciones de los “sexenios” en España se basen en un número limitado de publicaciones y no en toda la producción de los investigadores en el periodo objeto de evaluación.

- *Necesidad de la evaluación en el contexto del CSIC*

Uno de los problemas que más preocupa a los investigadores del CSIC es la manera en que se evalúa su actividad científica (Sardá, 2003), dado que la no existencia de criterios bien establecidos provoca malestar y desconcierto entre los mismos, donde los tribunales muchas veces deben enfrentarse a situaciones y dilemas para los que no disponen de suficiente información, dejando descontentos tanto a los candidatos como a los propios miembros de los tribunales. En esta línea, algunos investigadores del CSIC han sugerido la necesidad de que tanto los sistemas de evaluación de la actividad individual para la provisión de plazas como para los complementos de productividad (“sexenios”) se complementen con perspectivas bibliométricas (García Torres, 2003), sugiriendo en este sentido el establecimiento de baremos adaptados y ponderados para las diferentes áreas científicas por parte de especialistas en bibliometría. Atendiendo a esto y en consonancia con la propuesta de Sanz Menéndez y Pfretzschner (1992) es necesario construir un sistema de información para el seguimiento del rendimiento científico de las instituciones (en este caso del CSIC) así como un control de la producción y de la productividad en términos de eficiencia y eficacia en el contexto de sus propios objetivos.

Hay que destacar que en el Plan Estratégico del CSIC 2006-2009 (CSIC, 2006) la evaluación científica juega un papel central como elemento de desarrollo y fomento de la excelencia científica en el seno de la institución. En este sentido, se afirma que el CSIC debe introducir mejoras importantes en el seguimiento y evaluación de la actividad de los investigadores para seleccionar a los científicos más sobresalientes con vistas a su incorporación definitiva a la institución. El CSIC se plantea la necesidad de incrementar la plantilla investigadora de la institución con científicos jóvenes, en su edad más productiva, contribuyendo así al relevo generacional y a disminuir la edad media de la plantilla investigadora de la institución.

El CSIC requiere métodos transparentes, objetivos y eficaces de evaluación científica, donde los indicadores bibliométricos pueden jugar un papel fundamental, orientados a facilitar la toma de decisiones de los gestores de la investigación y de los paneles de expertos en procesos de reclutamiento y de

promoción de personal. Asimismo, se justifica la necesidad de profundizar en el estudio de la influencia de distintos factores (por ej. edad, sexo, categoría), sobre la actividad científica para determinar si los entornos creados por el CSIC son beneficiosos para la investigación y están cumpliendo sus objetivos, lo que en última instancia repercutirá en el mejor rendimiento de los investigadores.

En resumen, este trabajo pretende responder a la necesidad detectada en muchas instituciones de disponer de una metodología de análisis bibliométrico a nivel individual, con capacidad para ser aplicada también a otros niveles (por ej. grupos de investigación), que facilite las evaluaciones de los investigadores e incremente el conocimiento sobre su actividad científica, así como sobre los factores influyentes de la misma.



## **Capítulo 2. OBJETIVOS**



## 2. OBJETIVOS

Este trabajo parte de la hipótesis de que es posible analizar la actividad investigadora a nivel individual a través de indicadores bibliométricos, con una doble finalidad. Por un lado, para informar los procesos de evaluación de la actividad de los investigadores; y por otro como instrumento descriptivo de la actividad científica de los individuos, facilitando su caracterización en distintos aspectos e identificando tendencias temporales, así como el estudio de la influencia de diferentes factores sobre el rendimiento científico de los investigadores, siendo una herramienta informativa más allá de la evaluación científica.

Este estudio plantea el análisis de la actividad científica internacional de los investigadores del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) en tres de sus áreas científico-técnicas (Biología y Biomedicina, Ciencia de Materiales y Recursos Naturales) durante el periodo 1994-2004, con el fin de conocer la situación de la investigación desde una perspectiva micro en estas áreas y desarrollar una metodología adecuada y específica para este tipo de análisis. Se proponen los siguientes objetivos generales:

1. Diseñar una metodología de análisis a nivel micro, y particularmente a nivel individual, que proporcione información de tipo bibliométrico fiable, útil y con valor añadido, superando las principales limitaciones descritas para los estudios a este nivel. Esta metodología permitirá obtener información útil para los propios investigadores, la institución y los candidatos a vacantes científicas del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, proporcionando además parámetros de mejora y de desarrollo para los científicos. Para la consecución de este objetivo general se plantean una serie de objetivos específicos:
  - a. Crear una base de datos de tipo relacional, compuesta por los documentos publicados por todos los investigadores objeto de estudio, recopilados de forma exhaustiva (con independencia de su lugar de publicación). Esta base de datos debe almacenar información estandarizada y debe permitir su gestión y tratamiento, así como la posterior realización de análisis a varios niveles de agregación.
  - b. Calcular los indicadores bibliométricos a nivel individual teniendo en cuenta sus principales limitaciones, para de este modo caracterizar a los investigadores según su actividad científica.
  - c. Identificar las diferentes dimensiones científicas a las que hacen referencia los indicadores bibliométricos calculados para los individuos.
  - d. Caracterizar a los investigadores en función de su posición en el conjunto de la población estudiada en cada una de las dimensiones obtenidas, permitiendo de este modo establecer un perfil

bibliométrico para cada investigador en función de su posicionamiento en cada una de las dimensiones.

- e. Generar una clasificación de investigadores en función de su actividad en diferentes dimensiones, agrupando investigadores con un rendimiento bibliométrico similar, y permitiendo conocer la posición que ocupa cada investigador en el conjunto de su población.
2. Describir bibliométricamente la producción científica de las tres áreas seleccionadas (nivel meso). De este modo se busca disponer de un marco de referencia general para la posterior comprensión de la información que se obtenga a nivel individual. Para la consecución de este objetivo se plantean los siguientes objetivos específicos:
    - a. Estudiar la evolución temporal de la producción así como del impacto y visibilidad de las tres áreas con la intención de detectar tendencias, situándolas en el contexto general del CSIC y del total del país.
    - b. Analizar de forma comparativa la producción científica de las tres áreas científicas para determinar diferencias entre las mismas, teniendo en cuenta aspectos relativos a su impacto y visibilidad, pero también en función del número de páginas y referencias por documento, así como de los tipos documentales, idiomas y principales revistas de publicación.
    - c. Situar la producción de los investigadores del CSIC en el contexto internacional en lo que a su impacto se refiere, determinando si sus documentos presentan un impacto inferior o superior al de su referente internacional.
    - d. Determinar la orientación temática de la producción de cada área, considerando también su impacto y visibilidad, comparándola con los documentos del conjunto de España para las mismas disciplinas, lo cual pretende identificar temas en los que las áreas del CSIC destaquen por su alta especialización o impacto relativo.
    - e. Analizar la presencia de colaboración científica nacional o internacional y su evolución en el tiempo así como su relación con el impacto y la visibilidad de la producción científica en las tres áreas.
  3. Analizar desde una perspectiva micro la producción científica de los investigadores del CSIC en las tres áreas científico-técnicas seleccionadas. Para su consecución se plantean los siguientes objetivos específicos:
    - a. Describir la población de investigadores objeto de estudio en relación a su edad, antigüedad en la institución y categoría profesional.
    - b. Analizar los perfiles bibliométricos de los investigadores de las tres áreas científicas, considerando tres agrupaciones generales: la categoría profesional de los mismos, su grupo de edad y su clase

científica (Top, Media y Baja), obtenida esta última mediante la metodología de clasificación desarrollada.

- c. Identificar las principales características que se asocian con el éxito en logro científico de los investigadores, medido éste último a través de la asignación de los investigadores a la clase científica más alta (Top).
- d. Analizar la relación entre la clase científica de los investigadores y otros elementos como su categoría profesional, grupo de edad o antigüedad en la institución, así como con aspectos relacionados con su uso de la información (análisis de referencias) o la longitud de sus artículos científicos (páginas por documento).
- e. Estudiar la influencia de la edad y la antigüedad en la institución de los investigadores sobre el impacto y la visibilidad de los documentos, prestando especial atención al análisis de la producción realizada antes y después de acceder a la institución y de forma particular a la producción desarrollada en el extranjero antes de obtener la plaza en el CSIC.
- f. Analizar la posición de firma de los investigadores en sus documentos, atendiendo a su relación con la edad, la categoría profesional, y la clase científica.
- g. Profundizar en el papel de la colaboración científica a nivel individual, tomando en consideración sus diferentes tipos (colaboración internacional, colaboración nacional y sin colaboración), así como su posible influencia sobre la actividad científica de los individuos.
- h. Presentar un análisis de centros de investigación desde una perspectiva *Bottom-up*, para profundizar en sus ventajas frente a los análisis tradicionales *Top-down*.

El desarrollo de estos objetivos será de gran interés para avanzar en el conocimiento de las posibilidades de los indicadores a nivel micro, que a pesar de su gran relevancia todavía presenta importantes lagunas.

Por otra parte, los objetivos que se plantean tienen un alto valor para el análisis y seguimiento de la actividad investigadora en el CSIC, tanto para los gestores de la investigación en la institución como para los propios investigadores, ya que se proporciona una visión de su rendimiento científico objetiva y contrastable, y aunque no exenta de limitaciones, se plantea como un punto de partida novedoso para el desarrollo de este tipo de análisis en el seno de la institución.



## **Capítulo 3. METODOLOGÍA**

### 3. METODOLOGÍA

En este apartado se describe la metodología seguida en la caracterización bibliométrica de la producción científica internacional de los investigadores del CSIC en tres áreas seleccionadas. Esta metodología presenta un interés especial porque pretende superar las principales limitaciones detectadas en los análisis bibliométricos a nivel micro, que tienen por objeto informar los procesos de evaluación científica a este nivel.

#### 3.1. Descripción y delimitación de las unidades de estudio

En primer lugar se presenta una descripción de las unidades de estudio seleccionadas para el análisis. Además, se detalla el tratamiento de los datos y de los indicadores obtenidos. Esta descripción permite conocer en más detalle las características más importantes de la población de investigadores analizados y de sus áreas científicas.

Este estudio se centra en tres de las ocho áreas científico-técnicas en las que se estructura el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC):

- Biología y Biomedicina
- Recursos Naturales
- Ciencia y Tecnología de Materiales (en adelante Ciencia de Materiales)

Estas áreas han sido seleccionadas atendiendo a diferentes criterios:

- 1) Número de investigadores del área

En la Tabla 3.1, se presenta la distribución total de los investigadores del CSIC por áreas científicas. La adscripción de los investigadores se hace a título individual, es decir son los propios investigadores los que seleccionan su área científica. Estos datos han sido proporcionados por el departamento de Recursos Humanos del CSIC y se refieren a la situación de la institución en 2005.

Tabla 3.1. Distribución de investigadores por áreas científicas

Área Científica	N. de Investigadores	% Investigadores	% Acumulado
Biología y Biomedicina	388	16,57	16,57
Recursos Naturales	348	14,86	31,43
Ciencia de Materiales	327	13,96	45,39
Ciencia y Tecnologías Químicas	297	12,68	58,07
Ciencia y Tecnología Físicas	293	12,51	70,58
Ciencias Agrarias	252	10,76	81,34
Humanidades y Ciencias Sociales	238	10,16	91,50
Ciencia y Tecnología de Alimentos	192	8,20	99,70
Sin adscripción personal	7	0,30	100,00
Total	2342		

Los investigadores de las tres áreas seleccionadas representan el 45% del total de personal científico del CSIC. Son las tres únicas áreas que superan los 300 investigadores y tienen un tamaño similar (alrededor de los 350 investigadores cada una).

## 2) Orientación nacional/internacional y carácter básico/aplicado de las áreas

Estas tres áreas recogen orientaciones de investigación de diversa índole. Por un lado, las áreas difieren en cuanto a su orientación nacional o internacional, siendo Biología y Biomedicina y Ciencia de Materiales las áreas más internacionales, mientras que Recursos Naturales presenta en alguna de sus subdisciplinas una orientación más local, como son aquellas relacionadas con las Ciencias de la Tierra (Rey Rocha y Martín Sempere, 1999; Rey Rocha et al, 1999).

Por otra parte, Recursos Naturales y Biología y Biomedicina tienen un carácter más básico, mientras que la investigación en Ciencia de Materiales es más aplicada (Sanz Menéndez y Pfretzschner, 1992).

Según esto, la selección de estas tres áreas ofrece una representación de diferentes tipos de investigación con un gran interés comparativo entre ellas.

## 3) Producción internacional destacada

La producción científica de estas tres áreas recogida en el *Web of Science*, representa alrededor del 55% de la producción científica del CSIC (Gómez et al, 2007), siendo Ciencia de Materiales y Biología y Biomedicina las áreas con mayor producción científica de la institución. Vargas-Quesada et al (2008) también han destacado el papel central de esas dos áreas científicas en el conjunto de la producción científica española, siendo las dos áreas más influyentes en el dominio científico español.

Recursos Naturales quedaría relegada a una quinta posición dentro del CSIC (Gómez et al, 2007), detrás de Física y Química, debido en parte a su mayor orientación nacional, dado que algunos de sus resultados son difícilmente internacionalizables aunque presentan una tendencia creciente en este aspecto (Sanz Menéndez y Pfretzschner, 1992). En cualquier caso, para las tres áreas, las bases de datos internacionales presentan una cobertura amplia de su producción científica, incluso para Recursos Naturales, como se ha demostrado en estudios anteriores (Gómez et al, 2007).

### 3.1.1. Descripción general de las tres áreas científicas analizadas

A continuación se describen pormenorizadamente las tres áreas científicas seleccionadas para permitir un mejor conocimiento de sus características y elementos particulares más destacables que faciliten la posterior comprensión de los resultados. Estos datos provienen de la Memoria del CSIC de 2005 (CSIC, 2005) y de los datos proporcionados por el Departamento de Recursos Humanos del CSIC.

Una cuestión importante es que, por un lado, los centros de investigación se adscriben a alguna de las 8 áreas científicas del CSIC, pero por otro lado también los investigadores se adscriben a título personal a alguna de las áreas, pudiéndose dar el caso de investigadores cuya área científica personal es diferente del área general de su centro de trabajo.

### 3.1.1.1. Área de Biología y Biomedicina

La actividad científica de los investigadores del área de Biología y Biomedicina se desarrolla en diversos institutos y centros propios o mixtos en colaboración con Universidades y organismos de las Comunidades Autónomas. Trabajan en líneas de investigación que van desde el estudio de las bases moleculares del cáncer y la respuesta inmune, la neurobiología, la genética del desarrollo, la biología y biotecnología de plantas y microorganismos, hasta la endocrinología molecular o el diseño de vacunas.

En la Tabla 3.2, se presenta un listado de los centros de trabajo de los investigadores adscritos a esta área, incluyendo el número de científicos en cada centro.

Tabla 3.2. Centros con investigadores en el área de Biología y Biomedicina

Centro de Investigación	N. Investigadores	%
<i>Ctro. Inv. Biológicas</i>	67	17,27
<i>Insto. Biología Molecular Eladio Viñuela</i>	50	12,89
<i>Ctro. Nacional de Biotecnología</i>	42	10,82
<i>Insto. Inv. Biomédicas Alberto Sols</i>	35	9,02
<i>Insto. Neurobiología Ramón y Cajal</i>	27	6,96
<i>Insto. Inv. Biomédicas de Barcelona</i>	22	5,67
<i>Insto. Biología Molecular de Barcelona</i>	19	4,90
<i>Insto. Biol.Mol.Cel.Plantas Primo Yufra</i>	16	4,12
<i>Insto. Parasitol. y Biomed. López Neyra</i>	14	3,61
<i>Insto. Bioquímica Vegetal y Fotosíntesis</i>	11	2,84
<i>Insto. Biomedicina de Valencia</i>	11	2,84
<i>Ctro. Inv. y Desarrollo</i>	10	2,58
<i>Insto. Microbiología Bioquímica</i>	9	2,32
<i>Insto. Neurociencias</i>	8	2,06
<i>Insto. Biol.Mol.Cel. Cáncer de Salamanca</i>	7	1,80
CSIC - Organización central	7	1,80
<i>Ctro. Andaluz de Biología del Desarrollo</i>	5	1,29
<i>Ctro. Inv. Cardiovascular</i>	5	1,29
<i>Insto. Farmacología y Toxicología</i>	4	1,03
<i>Unidad de Biofísica</i>	3	0,77
<i>Insto. Biología y Genética Molecular</i>	3	0,77
<i>Insto. Bioquímica</i>	3	0,77
<i>Ctro. Ciencias Medioambientales</i>	2	0,52
Otros	8	2,06

Nota: El centro "CSIC-Organización central" hace referencia a investigadores que en 2005 estaban realizando tareas administrativas/gestión en la organización central del CSIC. Para ellos se ha considerado su producción anterior o durante su permanencia en dicho centro. En el apartado "Otros" se incluyen investigadores que también están en centros de gestión, como son las delegaciones del CSIC en algunas Comunidades Autónomas o centros en los que únicamente se localiza un investigador.



En la Tabla 3.2 se han destacado en cursiva aquellos centros que pertenecen al área de Biología y Biomedicina. Los centros que agrupan más investigadores son el Centro de Investigaciones Biológicas (17%), el Instituto de Biología Molecular Eladio Viñuela (que pertenece al Centro de Biología Molecular Severo Ochoa) (13%) y el Centro Nacional de Biotecnología (11%).

### 3.1.1.2. Área de Recursos Naturales

Desde el punto de vista conceptual, el área de Recursos Naturales comprende todos los temas que clásicamente se agrupan bajo la denominación de Ciencias Naturales. A ellas se añaden disciplinas emergidas recientemente, de carácter transversal, y relacionadas con la gestión sostenible del medio ambiente en un contexto de cambio global. Dichos temas, en particular cuando se trata de calidad ambiental, preocupan a la sociedad y acaparan la atención del gran público, generando esta área más noticias en los medios de comunicación que el resto de áreas del CSIC. En conjunto, en los estudio de biología de organismos y de sistemas ecológicos, se observa una progresiva “molecularización” en el nivel de observación, ejemplo de ello son los estudios de biodiversidad, donde coexisten armónicamente trabajos de descripción e inventario del patrimonio natural, con estudios de reconstrucción genealógica de la vida con herramientas moleculares de alta tecnología. Tradicionalmente, el área de Recursos Naturales se ha venido organizando en tres subáreas: Biología de Organismos y Sistemas Terrestres, Ciencias del Mar y Ciencias de la Tierra y de la Atmósfera (CSIC, 2005).

Tabla 3.3. Centros con investigadores en el área de Recursos Naturales

Centros de Investigación	N. Investigadores	%
<i>Museo Nacional de Ciencias Naturales</i>	52	14,90
<i>Insto. Ciencias del Mar</i>	35	10,03
<i>Insto. Ciencias Tierra Jaume Almera</i>	28	8,02
<i>Estación Biológica de Doñana</i>	26	7,45
<i>Insto. Inv. Marinas</i>	19	5,44
<i>Insto. Pirenaico de Ecología</i>	17	4,87
Ctro. Ciencias Medioambientales	16	4,58
<i>Real Jardín Botánico</i>	15	4,30
<i>Ctro. Estudios Avanzados de Blanes</i>	15	4,30
<i>Insto. Geología Económica</i>	14	4,01
<i>Insto. Mediterráneo Estudios Avanzados</i>	14	4,01
<i>Insto. Andaluz de Ciencias de la Tierra</i>	14	4,01
<i>Insto. Acuicultura Torre de la Sal</i>	14	4,01
Estación Experimental del Zaidín	12	3,44
<i>Insto. Ciencias Marinas de Andalucía</i>	11	3,15
<i>Estación Experimental Zonas Áridas</i>	11	3,15
Insto. Recur.Natur. y Agrobiol. Salamanca	5	1,43
<i>Insto. Inv. en Recursos Cinegéticos</i>	4	1,15
Insto. Recur.Natur. y Agrobiol. Sevilla	4	1,15
<i>Ctro. Inv. Sobre Desertificación</i>	4	1,15
Ctro. Edaf. y Biol. Aplicada del Segura	3	0,86
Insto. Astronomía y Geodesia	3	0,86
Insto. Prod. Naturales y Agrobiología	3	0,86

Centros de Investigación	N. Investigadores	%
CSIC – Organización central	3	0,86
<i>Insto. Botánico de Barcelona</i>	2	0,57
Otros	5	1.43

Nota: Bajo “Otros” se recogen 5 centros con un solo investigador cada uno. Se aplica lo descrito anteriormente para el caso de “CSIC - Organización central”.

Los investigadores de Recursos Naturales se distribuyen entre un mayor número de centros que en las otras dos áreas. Además, muchos de sus investigadores (14%) pertenecen a centros de otras áreas, especialmente Ciencias Agrarias (Centro de Ciencias Medioambientales, Estación Experimental del Zaidín, los Institutos de Recursos Naturales y Agrobiología de Salamanca y Sevilla, entre otros). Esto pone de manifiesto la alta transversalidad de esta área, muy vinculada con Agrarias. El centro que más investigadores concentra es el Museo Nacional de Ciencias Naturales con 52 investigadores (15%), seguido del Instituto de Ciencias del Mar (10%) y el Instituto de Ciencias de la Tierra Jaume Almera (8%), cada uno de estos centros estaría a la cabeza de cada una de las tres subáreas mencionadas anteriormente.

Dada las especiales características del área, Recursos Naturales cuenta con una serie de “Grandes instalaciones científicas” de carácter único o excepcional, cuyo coste de inversión y mantenimiento es relativamente grande en relación a los presupuestos de inversión del I+D en el área. Algunas de estas instalaciones son: la Estación Biológica de Doñana (declarada Patrimonio de la Humanidad en 1994) siendo uno de los espacios naturales más importantes del mundo; el Real Jardín Botánico considerado un monumento nacional desde 1947, con importantes colecciones bibliográficas, documentales y botánicas; y el Museo Nacional de Ciencias Naturales cuyos orígenes se remontan al Gabinete de Historia Natural creado en 1752 por Fernando VI y cuyos fondos museísticos son de una extraordinaria riqueza. No deben olvidarse también los buques oceanográficos (los principales son Bio Hespérides y Sarmiento de Gamboa) cuyo mantenimiento y gestión recae en la Unidad de Tecnología Marina (UTM) del CSIC. Mención aparte merece la Base Antártica Española “Juan Carlos I” instalada en la Península Hurd de la Isla Livingston, que fue inaugurada en enero de 1988 y cuya gestión técnica y logística recae también sobre la UTM, siendo su objetivo apoyar la realización de los proyectos de investigación antártica (CSIC, 2005).

### 3.1.1.3. Área de Ciencia de Materiales

El área de Ciencia de Materiales está integrada por centros de carácter más básico y otros de carácter más sectorial, relacionados directamente con sectores de alta producción industrial, aunque hoy en día, en todos ellos se hace ciencia básica y aplicada. Entre los primeros se encuentran los Institutos de Ciencia de Materiales de Madrid, Barcelona, Sevilla, y Aragón además de la Unidad de Física de Materiales. Entre los segundos se encuentran el Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, el Instituto de Cerámica y Vidrio, el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja y el Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros. En el área de Ciencia de Materiales se

desarrolla investigación científica, ocupando una posición destacada tanto a nivel nacional como internacional, pero además desempeña un importante papel en la transferencia de tecnología al sector industrial.

Tabla 3.4. Centros con investigadores en el área de Ciencia de Materiales

Centros de Investigación	N. Investigadores	%
<i>Insto. Ciencia de Materiales de Madrid</i>	76	23,24
<i>Ctro. Nacional de Inv. Metalúrgicas</i>	47	14,37
<i>Insto. Ciencia y Tecnología de Polímeros</i>	42	12,84
<i>Insto. Ciencia de Materiales de Aragón</i>	36	11,01
<i>Insto. Ciencia de Materiales Barcelona</i>	35	10,70
<i>Insto. Cerámica y Vidrio</i>	30	9,17
<i>Insto. Ciencias de la Cons. E. Torroja</i>	26	7,95
<i>Insto. Ciencia de Materiales de Sevilla</i>	19	5,81
Insto. Matemáticas y Física Fundamental	3	0,92
<i>Unidad de Física de Materiales</i>	3	0,92
CSIC - Organización central	3	0,92
Otros	7	2,14

Nota: "Otros" incluye siete centros con un investigador cada uno. Se aplica el mismo criterio descrito anteriormente para "CSIC-Organización Central".

La mayor parte de los centros donde trabajan los investigadores de Ciencia de Materiales están adscritos también a esta área. El centro con más investigadores es el Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (23% de los investigadores), seguido del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas y el Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (14 y 13% respectivamente).

Un detalle interesante es que el Centro de Ciencias Medioambientales recoge investigadores de las tres áreas objeto de este estudio, sin que éste pertenezca a ninguna de las tres, ya que pertenece al área de Ciencias Agrarias, lo cual pone de manifiesto el carácter multidisciplinar de la investigación realizada en dicho centro.

### 3.1.2. Descripción general de la población de investigadores analizados

La población de investigadores objeto de análisis asciende a 1064 investigadores. Los investigadores y sus documentos se asignan a cada una de las tres áreas científicas en función de la adscripción personal de los investigadores. De este modo, un documento puede estar en más de un área si está firmado por investigadores de varias áreas.

#### - *Categoría Profesional*

Los investigadores del CSIC pertenecen a tres categorías científicas, las cuales siguen una estructura piramidal. La base de la pirámide, que representaría la categoría profesional más baja, la ocupan los Científicos Titulares (558, 52% del total). Es la etapa inicial de la carrera científica del CSIC.

En el escalafón intermedio se encuentra la categoría de Investigador Científico, con un total de 269 investigadores del conjunto analizado (25%).

Finalmente, en la cima de la pirámide se encuentran los Profesores de Investigación. En total 237 investigadores pertenecen a esta categoría científica (22%). Son investigadores con una mayor trayectoria, consolidada y con prestigio.

#### - Grupos de Edad

A efectos de obtener una visión de la actividad científica de los investigadores por edades, éstos han sido clasificados en grupos atendiendo a su edad en 2004. Para ello se han obtenido los Percentiles 25 (43 años) y 75 (56 años) de la variable edad para el conjunto de todos los investigadores estudiados, clasificándose posteriormente en tres grupos:

- Investigadores “Jóvenes”,  $\leq 43$  años
- Investigadores “Sénior”,  $\geq 44$  y  $\leq 56$  años
- Investigadores “Veteranos”,  $> 56$  años

Esta clasificación se ha hecho considerando todos los investigadores en conjunto y no por áreas, dado que no se han observado diferencias importantes en la distribución de la edad entre los investigadores en las tres áreas analizadas.

### 3.2. Fuentes de datos utilizadas

En este apartado se describen pormenorizadamente las principales fuentes de información utilizadas. En este sentido, hay que mencionar en primer lugar las fuentes proporcionadas por el departamento de Recursos Humanos del CSIC, que consiste básicamente en un fichero de personal con los diversos datos relativos a los investigadores analizados. En segundo lugar se describen las bases de datos bibliográficas utilizadas para reunir la información sobre la producción científica de los investigadores y el impacto de sus documentos, en este caso la base de datos *Web of Science* y la herramienta *Journal Citation Reports*, ambos productos elaborados y distribuidos por la empresa norteamericana Thomson-ISI.

#### 3.2.1. Datos del personal

Para la identificación de los investigadores objeto de estudio, se ha partido de un fichero original en formato Excel proporcionado por el departamento de Recursos Humanos del CSIC. Dicho fichero incluye una relación de todos los investigadores con una plaza fija en la escala científica en el año 2005. De este fichero se han seleccionado aquellos investigadores que tenían como área científica personal alguna de las tres áreas seleccionadas, y que ascienden a 1064 investigadores que conforman la población final objeto de estudio. Se dispone de la siguiente información general para cada uno de ellos:

- DNI (Documento Nacional de Identidad), este dato es de gran importancia dado que identifica a los investigadores de forma unívoca.
- Nombre completo de los investigadores, para cada investigador se conocen sus dos apellidos y nombres de pila, incluyéndose todas las partículas de los mismos.
- Centro actual de trabajo en el CSIC, considerando el nombre completo de su centro de trabajo así como el código interno de dicho centro. Este código será de gran interés posteriormente a la hora de automatizar el proceso de normalización de nombres y asignación de documentos a los investigadores.
- Categoría científica, donde se consigna la categoría profesional (Científico Titular, Investigador Científico y Profesor de Investigación) de cada investigador.
- Fecha de nacimiento, incluyendo día, mes y año de nacimiento. Este dato permite conocer la edad de los investigadores a lo largo del periodo de estudio.
- Años en el CSIC, indica el tiempo que lleva el investigador trabajando en el CSIC. En general, este dato es un indicador de la longitud de la carrera investigadora en el CSIC. Ocasionalmente algunos investigadores entran en la escala investigadora procedentes de otras categorías profesionales del CSIC, como es la de Titulado Superior, sin embargo este es un fenómeno poco frecuente.
- Año de la última categoría, para cada investigador se conoce el año de ingreso en su última categoría, permitiendo determinar con exactitud el tiempo que lleva en la misma (o el tiempo desde que ha promocionado).
- Área científica de los investigadores, área científica a la que se adscribe cada investigador (Recursos Naturales, Biología y Biomedicina o Ciencia de Materiales).
- Área científica del centro de trabajo, es el área a la que se adscribe de modo general el centro de trabajo del investigador.

### **3.2.2. Bases de datos de publicaciones y citas**

Las bases de datos bibliográficas son las principales fuentes de datos para los estudios bibliométricos en cualquier nivel de agregación, aunque para su uso adecuado es imprescindible conocer sus principales limitaciones (Hood y Wilson, 2003).

A continuación se describen las principales características, ventajas y limitaciones de las bases de datos seleccionadas para este estudio.

### 3.2.2.1. *Web of Science*

El *Web of Science* (WOS) es una base de datos bibliográfica multidisciplinar. Esta base de datos fue originalmente creada por Eugene Garfield como una herramienta para la recuperación de literatura científica (Cronin, 2001b), y desarrollada por el *Institute for Scientific Information* (ISI), hoy Thomson-ISI. A través del WOS es posible consultar tres bases de datos diferentes:

- + *Science Citation Index Expanded* (SCIE). Esta base de datos recoge documentos publicados desde 1945 en revistas científicas y técnicas de Ciencias Experimentales de todo el mundo. Recoge un total de 5900 revistas de más de 150 disciplinas científicas.

- + *Social Sciences Citation Index* (SSCI). Esta base de datos recoge documentos publicados en más de 1700 revistas de Ciencias Sociales de todo el mundo que cubren más de 50 disciplinas relacionadas con la investigación social. Asimismo, realiza una cobertura parcial de más de 3300 revistas internacionales de ciencia y tecnología. Recoge documentos a partir de 1956 en adelante.

- + *Arts & Humanities Citation Index* (A&HCI). Esta base de datos recoge documentos publicados en más de 1130 revistas especializadas en Artes y Humanidades de todo el mundo desde 1975. Recoge también documentos seleccionados individualmente procedentes de más de 7000 revistas internacionales de Ciencias Sociales.

Se describen a continuación las principales ventajas de estas bases de datos, que justifican su uso, así como sus limitaciones que es necesario considerar para interpretar adecuadamente los resultados.

#### a) Ventajas

Entre las ventajas que justifican la utilización del *Web of Science*, se puede mencionar que actualmente recoge más de 8700 revistas en 35 idiomas diferentes y cubre todas las disciplinas científicas. Además, incorpora las referencias bibliográficas de los documentos fuentes que indexa, por lo que es posible establecer enlaces entre los diferentes documentos, permitiendo detectar relaciones entre los mismos y determinar el número de citas recibidas por cada documento en un momento dado. Fernández et al (1999) señalan también las siguientes ventajas:

- + Carácter multidisciplinar, recogiendo los documentos publicados en la denominada *mainstream science* o ciencia más internacional.

- + Exhaustividad en la inclusión de todos los autores e instituciones firmantes de los documentos, respetando además la posición de los mismos en el documento.

- + Selectividad en la selección de revistas, siendo muy restrictiva, ya que selecciona las revistas en función de su calidad e impacto.

- + Vaciado de todos los documentos (*cover to cover*), incluyendo todos los documentos de las revistas que analiza.

- + Es una base de datos conocida tanto por la comunidad científica como por los gestores de la investigación, por lo que para ellos es sencillo entender los indicadores y datos que se obtienen a partir de ellas.

Sin embargo, esta base de datos no está exenta de limitaciones, las cuales han sido destacadas en numerosas ocasiones (Iribarren-Maestro, 2006; Torres-Salinas, 2007) y que se describen brevemente a continuación.

#### b) Limitaciones

##### - *Cobertura y selección de revistas*

Aunque el *Web of Science* es un base de datos de tipo multidisciplinar (permite estudiar y localizar publicaciones de todas las áreas científicas consultando una sola base de datos), en su cobertura presenta una serie de limitaciones que conviene considerar:

- + Sólo incluye producción recogida en revistas científicas, no contemplando otros tipos documentales como son las monografías, las actas de congresos, Tesis doctorales, informes, etc. Esto a nivel individual tiene importancia porque investigadores con producción en tipos documentales no recogidos por el *Web of Science* podrían verse perjudicados si fueran evaluados únicamente a través de dicha fuente (Bourke y Butler, 1996a).

- + Sesgo hacia la lengua inglesa y países del ámbito anglosajón (Braun et al, 2000), ya que recogen principalmente documentos escritos en lengua inglesa, donde países como Estados Unidos y el Reino Unido son los más favorecidos (Camí et al, 1997).

- + Sesgo disciplinar y de orientación de la investigación, existiendo una mejor cobertura de las disciplinas básicas en detrimento de las disciplinas más aplicadas (Gómez y Bordons, 1996) y con una mayor orientación local (Rey Rocha et al, 1999), por lo que generalmente se sugiere complementar los estudios con datos sobre producción científica en revistas nacionales, además de ser recomendable el empleo combinado de bases de datos generalistas y especializadas.

##### - *Normalización y organización de los datos*

La falta de normalización de algunos de los campos clave en el WOS supone una importante limitación para el desarrollo de los estudios bibliométricos a cualquier nivel, pero especialmente a nivel individual.

- + Campo Autor, es un campo crucial en los estudios a nivel micro. Este es un campo todavía poco normalizado, por lo que un mismo

investigador puede aparecer con distintos nombres. Recientemente el *Web of Science* ha comenzado a proporcionar herramientas que permiten buscar autores de una forma más precisa, sin embargo, estas herramientas todavía no han sido evaluadas formalmente para conocer su utilidad en los análisis a nivel individual.

+ Campo Institucional, donde la normalización de los centros presenta notables inconsistencias y omisiones de datos esenciales para la correcta identificación de los centros de trabajo (Gómez y Galbán, 1986; Gálvez y Moya-Anegón, 2006). Además, el *Web of Science* no proporciona un enlace entre los autores y sus centros de trabajo (Butler, 1999) lo que dificulta la detección de autores y sus cambios de centro a lo largo del tiempo. Por otro lado, García-Zorita et al, 2006 al igual que Costas e Iribarren-Maestro (2007), han puesto de manifiesto una limitación añadida del *Web of Science*, consistente en que los datos relativos a la afiliación institucional de los investigadores se encuentran desagregados en dos campos diferentes (RP y C1), siendo el RP para consignar la dirección del autor de correspondencia y el C1 para el resto de afiliaciones institucionales de los autores, encontrándose inconsistencias entre ambos campos, lo que provoca errores en el cálculo del número de centros de los documentos y afecta a los estudios de colaboración científica.

- *Problemas técnicos de la base de datos*

Existen también problemas de tipo técnico en la descarga y manejo de datos procedentes de esta base de datos.

+ Descarga máxima de 500 documentos de la versión WOS accesible vía Web (Iribarren-Maestro, 2006), entorpeciendo considerablemente el desarrollo de estudios en los que se necesitan conjuntos importantes de documentos.

+ Diferencias entre los datos procedentes de las versiones CD-ROM y WOS de las mismas bases de datos (Costas e Iribarren-Maestro, 2007). Estos problemas suponen un obstáculo importante para la combinación de datos procedentes de ambas fuentes.

+ Errores en la consignación de las referencias de los documentos fuente y en los recuentos de las citas (Moed, 2005a), debido a errores en la forma en que son referenciados los documentos (Wallin, 2005) o a problemas con los nombres de los autores en las referencias.

### 3.2.2.2. *Journal Citation Reports (JCR)*

El *Journal Citation Reports* es una herramienta elaborado por Thomson-ISI y disponible a través de la plataforma *Web of Knowledge* conjuntamente con el *Web of Science*. Esta herramienta también presenta una serie de ventajas y limitaciones que son necesario conocer.



a) Ventajas

Los datos proporcionados por el *Journal Citation Reports* presentan una serie de ventajas para los estudios bibliométricos en general, y para los estudios a nivel micro en particular.

- + Ofrece una interesante colección de datos estadísticos de las revistas, entre los cuales se pueden destacar los relativos al impacto de las revistas, incluyendo indicadores como el Factor de Impacto o la Vida Media (*Cited Half-Life*). Este último hace referencia al número de años hacia atrás desde el año del JCR en vigor en los que se recogen el 50% de las citas de la revista; es un indicador menos utilizado que el Factor de Impacto (Wallin, 2005), aunque presenta un interés claro para conocer la obsolescencia de los documentos de las revistas.

- + Cada revista recogida en el JCR se clasifica en entre una y cinco disciplinas a partir de una clasificación temática propia denominada *Subject Category*, que permite comparar cada revista con los restantes títulos de su disciplina.

b) Limitaciones

El uso del JCR tampoco está exento de limitaciones entre las que se pueden citar:

- + Cambios en los títulos de las revistas a lo largo del tiempo, lo que hace difícil su identificación clara (Archambault y Vignola Gagné, 2004) en periodos largos de tiempo.

- + Las revistas recogidas en el JCR pueden dejar de estarlo a lo largo del tiempo, por lo que de cara a la elección de revistas por parte de los investigadores, éstos pueden verse atraídos a publicar en una revista que aparece recogida en el JCR en el año que envían el artículo a la revista, pero que en el año de publicación del documento ya no esté recogida en la base de datos (con la consiguiente no inclusión del documento en el *Web of Science*) (Aliaga Abad y Orellana Alonso, 2001).

- + Necesidad de complementar los datos e indicadores proporcionados por el JCR con otro tipo de información tanto en la evaluación de revistas como en el uso del JCR para la evaluación de la actividad de los investigadores.

Finalmente, merece la pena mencionar la nueva alternativa al *Web of Science* que representa *Scopus*. Esta base de datos presenta algunas ventajas frente al *Web of Science*, entre las que se pueden mencionar su mayor cobertura de revistas (>17000) que deriva en una mayor cobertura de revistas en lengua no inglesa, la posibilidad de realizar descargas de grandes conjuntos de documentos (hasta 2000), la unión de los autores con sus centros de trabajo y el desarrollo de diversas herramientas de análisis de gran interés (destaca su

interfaz de búsqueda de autores). Adicionalmente, ha aparecido una herramienta complementaria para el análisis de las revistas recogidas por *Scopus* denominada *Scimago Journal Rank* (Grupo Scimago, 2007).

Sin embargo, *Scopus* también presenta algunas limitaciones como es su menor cobertura temporal (empieza en 1996), además de que es una base de datos de reciente creación y todavía en evolución. Hasta el momento, no se han observado diferencias importantes en términos de citas por documento entre ambas bases de datos (Bar-Ilan et al, 2007). Todo ello justifica el uso del *Web of Science* para este estudio, cuyo periodo de análisis no hubiera podido ser analizado a través de *Scopus*.

### 3.3. Tratamiento de los datos y metodología de normalización

En este apartado se describen los principales pasos metodológicos relativos a la obtención, gestión y tratamiento de datos para la posterior obtención de indicadores a nivel individual.

La plataforma *Web of Knowledge* (WOK) es consultable a través de Internet desde los ordenadores de Universidades, Organismos Públicos de Investigación y otros organismos públicos españoles gracias al acceso proporcionado por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) (<http://www.accesowok.fecyt.es/>). A través de la WOK es posible consultar y descargar datos procedentes de las tres bases de datos incluidas en el WOS (SCIE, SSCI y A&HCI). Estas bases de datos son consultables a través de varios campos bibliográficos, como son los autores, el título de revista, los centros de afiliación institucional (incluyendo países, ciudades, etc.), año de publicación, título, resumen y palabras clave entre otros campos. Asimismo, a través de la plataforma WOK es posible acceder a los datos del JCR.

De este modo, para la obtención de los documentos publicados por los investigadores objeto de estudio, se procedió a realizar una búsqueda por el campo autor del interfaz de consulta del WOS. Los criterios generales para la búsqueda fueron los siguientes:

- Años de publicación de los documentos: 1994-2004
- Limitación geográfica: ninguna, dado que todos los documentos de cada investigador, han sido considerados independientemente de su lugar de trabajo.
- Tampoco se ha considerado ninguna limitación temática ni de bases de datos en la consulta de documentos.
- Cada investigador fue buscado en la base de datos a partir de todas sus variantes de firma posibles y, en algunos casos, también a partir de algunas variantes con errores tipográficos detectados en estudios anteriores (Costas, 2003; Mauleón, 2005). La obtención para cada

investigador de todas sus variantes de firma posibles se realizó a través de un proceso que se describe a continuación.

### **3.3.1. Obtención de las variantes de firma de los autores**

Los datos proporcionados por las bases de datos no siempre presentan una correcta normalización, lo que dificulta la realización de cálculos automáticos (Piternick, 1992; Spinak, 1995) y constituye un importante inconveniente para su explotación bibliométrica (Lardy y Herzhaf, 1992).

En primer lugar debe tenerse en cuenta que la estructura de nombre personal predominante en las bases de datos internacionales es la formada por una o dos iniciales de nombres, seguidas de un solo apellido (p. ej. J.H. Smith), pero con frecuencia los nombres hispanos están mal recogidos, especialmente si los autores incluyen dos apellidos (por ejemplo J. García Sánchez, puede ser recogido como J.G. Sánchez). En esta línea, se hizo necesaria una solución práctica para la obtención de las firmas de los autores objeto de estudio.

Dado que actualmente no existen aplicaciones informáticas que empleen algoritmos y metodologías de normalización automática de nombres que sean lo suficientemente flexibles para ser utilizados como una herramienta más en la investigación bibliométrica, para este estudio se ha planteado un método que consiste en generar todas las variantes de firma posibles de los investigadores objeto de estudio. Para ello, atendiendo a la política de indización de nombres del ISI (Ruíz Pérez et al, 2002), consistente en indexar como apellido la última parte del nombre de la firma considerando el resto de cadenas como nombres de pila y consignadas por tanto como iniciales, se plantean nueve variantes para cada nombre simple o de “estructura básica” de los nombres hispánicos, compuesta por uno o dos nombres de pila y uno o dos apellidos como máximo. Esquemáticamente se puede expresar de la siguiente forma:

APE1 APE2, NOM1 NOM2

Donde, APE1 = primer apellido, APE2 = segundo apellido, NOM1 = primer nombre, NOM2 = segundo nombre [opcional].

Todos los individuos con nombres que no encajan dentro de esta estructura por exceso de elementos en la cadena del nombre, son tratados de forma particularizada.

Las nueve variantes planteadas son las siguientes (los ejemplos se basan en un hipotético investigador llamado José Luis García Casas):

- Variante 1: APE1APE2[espacio]INICIAL(NOM1)INICIAL(NOM2)  
Ej. GarciaCasas JL
- Variante 2: APE1APE2[espacio]INICIAL(NOM1)  
Ej. GarciaCasas J
- Variante 3: APE2[espacio]INICIAL(NOM1)INICIAL(NOM2)INICIAL(APE)

Ej. Casas JLG

- Variante 4: APE1[espacio]INICIAL(NOM1)INICIAL(NOM2)

Ej. Garcia JL

- Variante 5: APE1[espacio]INICIAL(NOM1)

Ej. Garcia J

- Variante 6: APE2[espacio]INICIAL(NOM1)INICIAL(APE1)

Ej. Casas JG

- Variante 7: APE1APE2[espacio]INICIAL(NOM2)

Ej. GarciaCasas L

- Variante 8: APE1[espacio]INICIAL(NOM2)

Ej. Garcia L

- Variante 9: APE2[espacio]INICIAL(NOM2)INICIAL(APE1)

Ej. Casas LG

De este modo, para cada investigador objeto de estudio se generaron todas sus variantes posibles. Dado que algunos investigadores presentaban variantes de sus nombres en idiomas como gallego o catalán (Javier/Xavier; Eugenio/Uxío), las firmas de los investigadores procedentes de dichas autonomías fueron revisadas con especial atención.

### 3.3.2. Descarga de documentos

Una vez obtenidas las variantes de firma de cada uno de los investigadores objeto de estudio, se realizaron consultas en el *Web of Science* para identificar la producción de cada una de ellas. En este sentido, siguiendo las recomendaciones de Courtois y Matthews (1993) de ser exhaustivos en la búsqueda de los documentos de los investigadores individuales, para cada investigador se generó una estrategia de consulta combinando todas las variantes de firma obtenidas separadas a través del operador Booleano “OR” para recuperar toda la producción existente de cada una de ellas. A pesar del ruido potencial de este tipo de búsqueda, se optó por descargar todos los documentos dada la exhaustividad requerida para los estudios a nivel micro.

Es importante señalar que la descarga de documentos se realizó entre junio y julio de 2005, aspecto que tiene especial relevancia para el recuento de citas. Además, en este periodo se descargó también toda la producción española para el mismo periodo, que se utilizó como referencia para realizar comparaciones.

Entre los datos descargados del *Web of Science* para los registros obtenidos se pueden mencionar los siguientes:

- Autores: para cada documento se descargan todos los autores que lo firman.

- Afiliación institucional de los autores: incluye las direcciones de los centros de trabajo de los investigadores, encontrándose desglosadas en los campos "RP" y "C1".
- Título del documento.
- Año de publicación: el año de publicación de los documentos (no debe confundirse con la fecha de ingreso de los documentos en el WOS).
- Revista de publicación: cabe destacar que WOS permite descargar tres versiones diferentes del título:
  - o *Full title* o título completo de la revista (escogido para enlazar los datos procedentes del WOS con los del JCR).
  - o Abreviatura ISO de la revista, este es el título de la revista en la *International Standard Organization*.
  - o Abreviatura WOS de la revista, que es una abreviatura propia de Thomson-ISI y que generalmente coincide con la ISO, pero sin puntos separando los elementos del título.
- Volumen: volumen de publicación de la revista en la que aparece el documento.
- Número: número de la revista dentro del volumen.
- Páginas: primera y última página del artículo en la revista.
- Idioma: idioma en el que está escrito el documento.
- *Subject Categories*: disciplinas científicas en las que el JCR clasifica la revista de publicación del documento. Este dato se proporciona para cada documento.
- Referencias: incluidas por los autores en el documento.
- Citas: este dato se refiere al número de citas recibidas desde el momento de publicación del documento hasta el momento de la descarga. Como se ha comentado, la descarga de datos se realizó entre junio-julio de 2005. En términos generales, se asume que las citas son desde 1994 a 2004, aunque debido a la fecha de descarga existe un desfase en las citas de entre 6 y 7 meses debido a las citas ingresadas en esos primeros meses del año. Sin embargo, el hecho de descargar los documentos fuente en estos meses también ha permitido que se pudiesen obtener documentos de 2004 que fueron incorporados a la base de datos en la primera mitad de 2005. En cualquier caso, esta limitación es homogénea para todos los investigadores analizados. Además, mediante colaboración con el centro de investigación holandés

*Centre for Science and Technology Studies* (CWTS), ha sido posible disponer para cada documento de la evolución temporal de las citas entre 1994 y 2004, lo cual ha sido de gran utilidad para el establecimiento de ventanas de citación y análisis de la evolución de las citas.

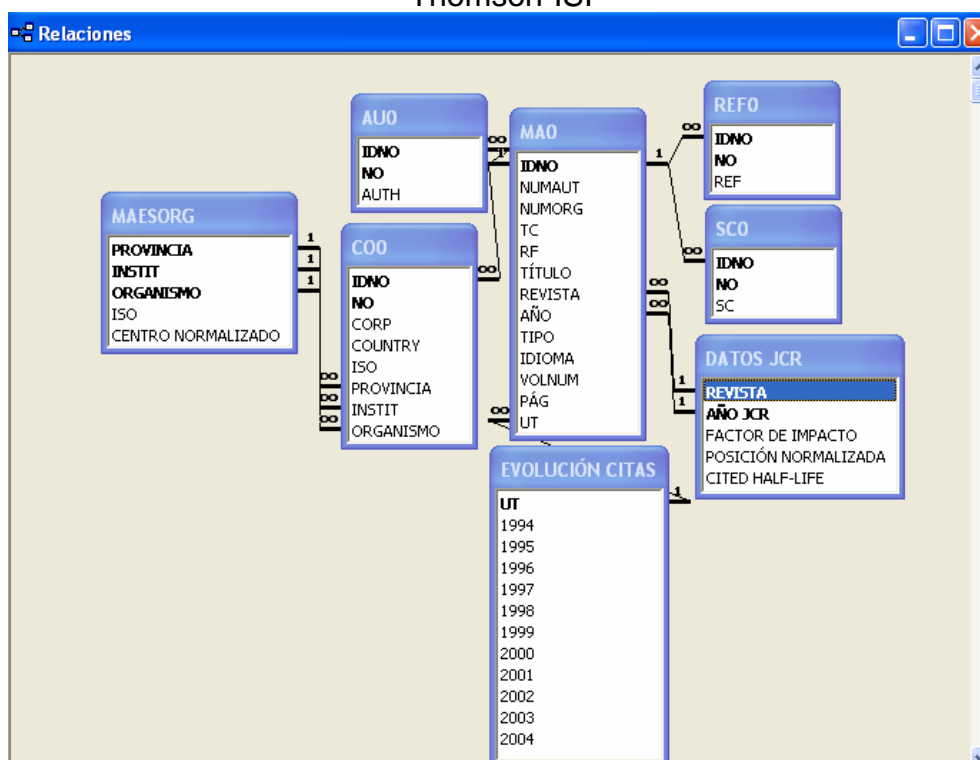
- Código UT: es un valor alfanumérico interno del WOS que identifica cada documento de forma unívoca. Este código es de gran utilidad para vincular documentos WOS procedentes de diferentes descargas y diferentes periodos, así como para identificar los documentos de forma inequívoca. En este sentido, ha sido de vital importancia para poder enlazar los datos obtenidos en el Instituto de Estudios Documentales de Ciencia y Tecnología (IEDCYT) con los datos proporcionados por el CWTS.

Todos los ficheros de texto descargados del *Web of Science* fueron almacenados para su posterior tratamiento automático.

### 3.3.3. Modelo relacional de tratamiento bibliométrico de datos

Una vez que los ficheros de texto con las publicaciones brutas de todos los investigadores fueron descargados, se importaron a una base de datos Access relacional, cuya estructura es similar a la propuesta por Fernández et al (1993), (Figura 3.1) para su explotación bibliométrica.

Figura 3.1. Modelo relacional de tratamiento de los datos procedentes de Thomson-ISI



Como se puede observar en la Figura 3.1, el modelo se basa en una Tabla central MAO, que está relacionada con otras tablas que tienen la información

relacionada de autores (AU0), lugares de trabajo (CO0), referencias (REF0), categorías temáticas (SC0), datos procedentes del JCR (DATOS JCR) y datos de evolución temporal de las citas (EVOLUCIÓN CITAS).

A continuación se describen detalladamente las tablas así como sus principales campos.

- MA0: esta tabla contiene los principales datos bibliográficos de los documentos fuente, estando conformada por los siguientes campos:
  - IDNO: número de identificación interno. Este número permite identificar internamente al documento en la base de datos, es un valor clave por tanto único.
  - NUMAUT: número de autores que firman cada documento.
  - NUMORG: número de centros diferentes de cada documento.
  - TC: número total de citas recibidas (se asume el periodo de citación 1994-2004 con un desfase de 6 meses).
  - RF: número total de referencias de los documentos.
  - TÍTULO: título original del documento.
  - REVISTA: título completo ("*Full Title*") de la revista de publicación del documento.
  - AÑO: año de publicación del documento.
  - TIPO: tipo documental del registro, en este sentido se encuentran artículos, cartas, editoriales, revisiones, notas, etc.
  - IDIOMA: idioma de publicación del documento original.
  - VOLNUM: volumen y número en el que ha sido publicado el documento.
  - PÁG: número de páginas que ocupa el documento en la revista.
  - UT: código UT original del documento.
- AU0: esta tabla contiene para cada documento (para cada IDNO) todos los autores que lo firman. Los campos que componen esta tabla son los siguientes:
  - IDNO: número identificador del documento al que pertenecen los autores.

- NO: número de orden que ocupa la firma en el documento. Debe decirse, que este número tanto en esta tabla como en la tabla CO0 tiene un valor informativo al indicar la posición que ocupan tanto los autores como sus centros en el documento, y por tanto ofrece información sobre los diferentes roles que juegan éstos en los documentos.
- AUTH: firmas originales que aparecen en el documento.
- CO0: esta tabla contiene la información relativa a los centros de trabajo y afiliación institucional de los autores. Contiene la información procedente de los campos RP y C1 de la descarga original. Se han seguido las recomendaciones sugeridas por Costas e Iribarren-Maestro (2007) para evitar las duplicaciones de direcciones, cotejándose las direcciones RP con las C1 y eliminándose en aquéllos casos en los que existiese duplicación. Las direcciones de esta tabla han sido normalizadas siguiendo un proceso de codificación que se describirá más adelante.

Para cada centro firmante de los documentos se incluye la siguiente información (tabla CO0):

- IDNO: al igual que en la tabla AU0, este número vincula al documento original con las direcciones de sus autores.
- NO: es el número de orden que ocupa cada centro de trabajo en el documento.
- CORP: incluye la denominación del centro consignada por WOS.
- COUNTRY: país donde se ubica el centro de trabajo, tal y como lo consigna WOS.
- ISO: código internacional normalizado del país.
- PROVINCIA: código identificador de la provincia donde se sitúa el centro. Proviene del proceso de codificación de centros.
- INSTIT: código identificador del instituto o centro de trabajo. Proviene del proceso de codificación de centros
- ORGANISMO: código identificador del organismo principal al que se adscribe el centro de trabajo. Proviene del proceso de codificación de centros.
- REF0: esta tabla contiene las referencias originales incluidas por los autores en los documentos fuente. Entre los campos consignados en esta tabla se pueden mencionar:
  - IDNO: código del documento.



- NO: número de orden que ocupa la referencia en el documento. Al contrario que en las otras dos tablas donde el orden de los elementos tiene valor, en este caso debe decirse que WOS ordena las referencias de cada documento por orden alfabético de primer autor, por tanto no existe información en el orden de las mismas.
- REF: referencia original completa consignada por los autores del documento fuente.
- SC0: la tabla SC0 recoge las disciplinas científicas a las que el JCR ha asignado las revistas de publicación de los documentos. Los campos de este tabla son los siguientes:
  - IDNO: código del documento.
  - NO: número de orden de la disciplina, tampoco tiene ningún valor informativo.
  - SC: es la denominación de la disciplina que el JCR asigna a la revista de publicación del documento.
- Datos JCR: esta tabla recoge los datos obtenidos del *Journal Citation Reports*. Estos datos se enlazan con los datos de la tabla MA0 a través de las revistas de publicación (previa normalización y detección de errores) y el año de publicación; de forma que se usan los indicadores del JCR correspondientes al año de publicación del documento, por lo que a cada documento fuente se le asigna el Factor de Impacto de su año de publicación. La única excepción es para los documentos entre los años 1994-1996 para los cuales se asignaron los datos del JCR de 1997 por no estar accesible en línea el JCR de estos años a través de la plataforma *Web of Knowledge*. Los campos de esta tabla que se han consignado y utilizado son los siguientes:
  - REVISTA: título de la revista en el JCR. Este dato se ha revisado y normalizado para enlazar con los datos del mismo campo en MA0 y evitar posibles inconsistencias entre títulos.
  - AÑO JCR: año de publicación del JCR.
  - FACTOR DE IMPACTO: Factor de Impacto anual de cada revista.
  - POSICIÓN NORMALIZADA: es el dato de la posición de la revista en su área temática, para los casos de revistas con más de una categoría temática se ha asignado la posición normalizada del área en la que está mejor situada. Ver definición en sección 1.3.3.2.
  - CITED HALF-LIFE: vida media de la revista.

- MAESORG: corresponde a una tabla maestra con los nombres de los centros de investigación españoles normalizados a través de los códigos de PROVINCIA, INSTITUCIÓN y ORGANISMO que son los que se enlazan con la tabla de centros COO.
- EVOLUCIÓN CITAS: recoge para cada documento la distribución de las citas de forma anual, las cuales fueron proporcionadas por el CWTS y enlazadas a los documentos a través del código UT.

### 3.3.4. Normalización de direcciones

Una vez introducidos los datos brutos procedentes del *Web of Science* en el modelo relacional, se procedió a la depuración y normalización de los mismos. En este sentido, como ya se ha comentado anteriormente, los campos de dirección institucional y los autores son los más problemáticos para el tratamiento bibliométrico.

Por esta razón, se realizó un minucioso proceso de normalización de las direcciones de los documentos siguiendo el sistema de codificación de centros introducido por Fernández et al (1993), y que es el proceso estándar de normalización llevado a cabo en el grupo de investigación Análisis Cuantitativo en Ciencia y Tecnología (ACUTE) del IEDCYT. Este sistema es muy útil dado que facilita enormemente el manejo automático posterior de los datos así como la posibilidad de realizar estudios bibliométricos detallados.

Esta codificación consiste en la asignación de un código específico a cada centro permitiendo unificar variantes y agruparlas bajo una misma denominación independientemente de cómo aparezcan los centros de trabajo en los documentos originales.

En términos generales, este proceso de codificación se compone de los siguientes pasos:

1. Determinación del país de los centros de trabajo.

Para cada dirección se consigna el código ISO de su país de procedencia, identificando de forma unívoca el país al que pertenece. Este proceso es relativamente sencillo dado que los países están bastante bien normalizados en la base de datos WOS, siendo posible detectarlos fácilmente.

2. Asignación del código PIO a las direcciones españolas

Una vez que los países han sido detectados, a las direcciones españolas se les asigna un código PIO compuesto por tres elementos:

- + PROVINCIA (P): código numérico que hace referencia a los dos primeros dígitos del código postal de la provincia donde se encuentra el centro.

+ INSTITUCIÓN (I): código alfanumérico que indica el tipo de institución al que se adscribe el centro de trabajo. En este sentido, los principales sectores institucionales son Universidades, Hospitales, CSIC, otros Organismos Públicos de Investigación (OPIs), Administración (central, autonómica y local) y Empresas.

+ ORGANISMO (O): código alfanumérico que permite identificar el centro de trabajo dentro de la institución. De esta manera se identifican las diferentes facultades y escuelas de las universidades, los hospitales, etc. y para el caso particular del CSIC, cada centro tiene un código identificador interno y unívoco que permite identificarlos fácilmente.

En este trabajo se asignó un código PIO a todos los centros de trabajo españoles firmantes de documentos. Para la codificación de los documentos se partió de los datos utilizados en estudios previos (Gómez et al, 2004, 2007), procedentes de la base de datos SCI en versión CD-ROM, importándose dicha codificación a la base de datos actual (el enfrentamiento de documentos WOS con documentos CD-ROM se realizó siguiendo las recomendaciones de Costas e Iribarren-Maestro (2007) para tal efecto). Para los documentos no coincidentes del WOS (bien por la no coincidencia del periodo temporal analizado o por la menor cobertura del CD-ROM) se realizó una codificación semi-automática verificada manualmente. Finalmente fue posible obtener una normalización completa y precisa de los centros de trabajo de los documentos.

### **3.3.5. Identificación de las publicaciones de los investigadores**

El siguiente paso hace referencia a la necesidad de vincular cada investigador con sus publicaciones reales, con la finalidad principal de asignar a cada científico los documentos que han sido publicados por él, depurando por tanto el “ruido” provocado por los documentos no pertenecientes a los investigadores del CSIC (por ejemplo homónimos).

Este proceso se realizó en diferentes etapas:

#### **1) Obtención de la tabla Autor-Centro.**

En primer lugar, se partió de programas de elaboración propia en el IEDCYT (Bordons et al, 1995a; Zulueta et al, 1999), los cuales tienen como misión la detección de grupos de investigación. En estos programas, en uno de sus pasos intermedios, se obtiene una tabla denominada Autor-Centro (Tabla 3.5), en la que se asocian los autores de los documentos con un lugar de trabajo, siempre que existan evidencias suficientes para establecer dicha asociación automáticamente. De este modo, a cada firma se le asigna un código de Provincia, Institución y Organismo.

Tabla 3.5. Ejemplo de la tabla Autor-Centro

AUTOR	PROVINCIA	INSTIT	ORGANISMO
Abad A	08	H	HGTP
Abad E	08	2	040105
Abad JL	08	2	040105
Abad JP	28	21	050105
Abad M	46	1P	2AG
Abadia A	50	2	090101
Abadia J	50	2	090101

El proceso seguido para la asignación de los centros a los autores es el siguiente:

- a. A todos los autores firmantes de un documento con un solo lugar de trabajo, se les asigna dicha dirección.
- b. Identificada la dirección de n-1 autores de un documento, se asigna la dirección restante al autor sobrante.

Así, fue posible distinguir entre investigadores con igual nombre pero con distinto lugar de trabajo, facilitándose la identificación de los mismos. Esta tabla de Autor-Centro, está ligada con los documentos, de modo que es posible en todo momento conocer cuáles y cuántos documentos ha escrito cada pareja de Autor-Centro.

Sin embargo, debe tenerse en cuenta que a algunos autores no es posible asignarles un centro a través del procedimiento anterior y por ello su dirección queda en blanco (Tabla 3.6).

Tabla 3.6. Ejemplo de autores a los que no se les ha podido asignar institución

AUTOR	PROVINCIA	INSTIT	ORGANISMO
Garciaarejon L	--	----	-----
Garciaarodriguez M	--	----	-----
Garciaarojo E	--	----	-----
Garciaarosado E	--	----	-----
Garciaaruiz J	--	----	-----
Garciasaez I	--	----	-----

## 2) Identificación de los investigadores objeto de estudio en la Tabla Autor-Centro.

Considerando las entradas de la Tabla Autor-Centro, se asociaron las variantes de firma de los investigadores objeto de estudio y se enlazaron a cada investigador a través de su DNI. A modo de ejemplo, en la Tabla 3.7 se observa la asignación de dos firmas procedentes del WOS (AUTH) a dos investigadores objeto de estudio (PERSONAL).

Tabla 3.7. Ejemplo de firmas que se han asociado a investigadores objeto de estudio

DNI	PERSONAL	AUTH	P	I	O
123456	GOMEZ CAMACHO,ALBERTO	Camacho AG	28	21	000361
234567	CAMACHO PINTO,ANA ISABEL	Camacho AI	28	2	060501

En la Tabla 3.7, se observa como el investigador Alberto Gómez Camacho, se ha ligado a la pareja Autor-Centro “Camacho AG”-“28 21 000361”, y a Ana Isabel Camacho Pinto se le ha asignado la pareja “Camacho AI”-“28 2 060501”.

De este modo, cada investigador objeto de estudio se enlaza con todas las entradas de la Tabla Autor-Centro que pueden corresponderle.

### 3) Asignación automática de documentos con coincidencia de centro

Una vez identificadas todas las posibles variantes de firma de un investigador objeto de estudio contenidas en la Tabla Autor-Centro, se procede a analizar su lugar de trabajo. En este sentido, la coincidencia entre el código del lugar de trabajo real del investigador objeto de estudio y el de la entrada candidata de la Tabla Autor-Centro apoya la correcta vinculación entre ambos, previa comprobación de que no existe en el mismo centro de trabajo otro investigador con igual firma.

Este proceso permite detectar automáticamente un porcentaje considerable de firmas de la tabla Autor-Centro (alrededor del 94%), las cuales obtienen un marcaje definitivo y una asignación automática al investigador. Asimismo, permiten contar con un conjunto inicial de documentos correctamente asignados para la gran mayoría de los investigadores, conjunto de documentos que se utilizará como “semilla” para comparar con entradas todavía candidatas, de modo similar al proceso descrito por Wooding et al (2006).

### 4) Asignación semi-automática de documentos en otros centros

En los casos en los que el lugar de trabajo del investigador objeto de estudio no coincide con la entrada candidata de la Tabla Autor-Centro, se realiza un proceso de depuración más profundo que se describe a continuación.

a) En el caso de investigadores a los que se les ha asignado un conjunto de documentos de forma automática en la fase anterior, se realiza un proceso iterativo que consiste en la comparación de los documentos ya asignados con los todavía sin asignar. Para este proceso se partió de la hipótesis de Torvik et al (2005) y Chen et al (2006) de que los documentos firmados por un autor, con frecuencia presentan características comunes (coautores, revistas, palabras clave, lugares de trabajo, referencias, etc.). De este modo, dados dos conjuntos de documentos, uno atribuido con seguridad a un autor por coincidencia del centro, y otro pendiente de revisar porque no coincide el centro, se procede a comparar los coautores, los lugares de trabajo y las revistas de publicación de ambos conjuntos, calculándose el grado de coincidencia que hay entre los documentos de los dos conjuntos. Para el

cálculo de la similitud entre los documentos de los dos conjuntos, se ha realizado una adaptación de la medida del coseno, utilizada frecuentemente en la recuperación de información (Lee et al, 1997). Esta adaptación consiste en considerar a cada autor como un vector de elementos (de coautores, de revistas o de centros de trabajo), donde cada elemento es ponderado por el número de documentos en los que aparece. Así, la adaptación de la medida del coseno quedaría del siguiente modo:

$$VS = \frac{\sum (FA1_i) * (FA2_i)}{\sqrt{(\sum (FA1_i^2) * \sum (FA2_i^2))}}$$

Dónde:

FA1= es el número de veces que el elemento “i” aparece en los documentos de A1.

FA2= es el número de veces que el elemento “i” aparece en los documentos de A2.

Los valores de este cálculo oscilan entre 0 y 1, correspondiendo los valores más altos a la mayor similitud. Por ejemplo, si se comparan los coautores de los documentos de las firmas “Casas V” y “Casas VJ” (firmas parecidas que podrían pertenecer a una misma persona), se obtienen los vectores de la Tabla 3.8.

Tabla 3.8. Ejemplos de coautores entre firmas similares

AUTORES	Coautores				
	<i>Perez J</i>	<i>Garcia P</i>	<i>Vivez O</i>	<i>Lamino T</i>	<i>Milchord SA</i>
<b>A1: “Casas V”</b>	2 docs.	3 docs.	6 docs.	2 docs.	0 docs.
<b>A2: “Casas VJ”</b>	0 docs.	1 docs.	2 docs.	4 docs.	4 docs.

De este modo, se calcularía la similitud por coautores de la siguiente forma:

$$\frac{((2 * 0) + (3 * 1) + (6 * 2) + (2 * 4) + (0 * 4))}{\sqrt{((2^2 + 3^2 + 6^2 + 2^2 + 0^2) * (0^2 + 1^2 + 2^2 + 4^2 + 4^2))}} = 23/44,28 = 0,52$$

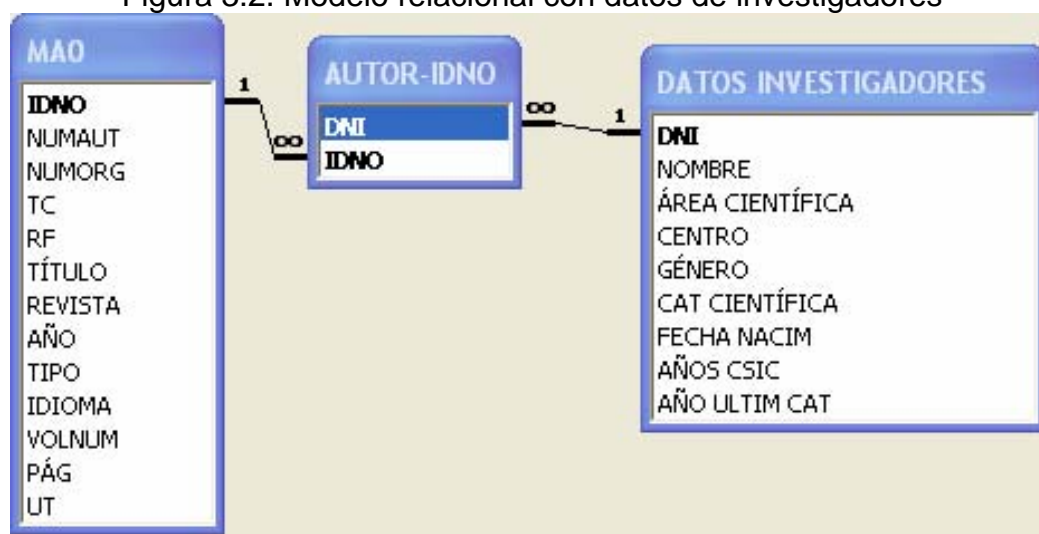
Lo cual indicaría una alta similitud entre ambas firmas, apoyando la idea de que ambas corresponden a una misma persona.

Para cada pareja de firmas comparadas, se obtuvieron 3 valores de similitud (VS), uno por coautores, otro por los centros de trabajo y otro por las revistas de publicación, obteniéndose un valor final que oscila entre 0 y 3, que cuanto más alto es, con más certeza indica que ambas entradas pertenecen a una misma persona. Asimismo, este sistema es iterativo dado que cuando una entrada de Autor-Centro presenta una alta similitud y se asigna definitivamente al investigador objeto de estudio, la información de la nueva entrada es utilizada a su vez para compararse con el resto de entradas todavía pendientes.

b) En el caso de investigadores sin producción asignada automáticamente, la revisión realizada fue manual. El procedimiento con estos investigadores fue básicamente el mismo que con los anteriores, consistiendo en buscar algún documento o conjunto de documentos atribuidos con seguridad al autor para utilizarlo como referencia contra la que comparar el resto de documentos pendientes de revisión. En todos aquellos casos en los que no fue posible determinar de una forma clara y precisa si una firma correspondía a un determinado investigador, se acudió a Internet en busca de su Currículum Vitae y en ocasiones se contactó con ellos personalmente. En algunos casos se procedió a buscar los documentos originales para determinar si el autor de dicho documento era el autor objeto de estudio (en ocasiones en el documento original se incluye el nombre completo de los autores y se puede asignar o descartar fácilmente; en otras ocasiones los documentos aparecían en las páginas web de otros investigadores y facilitaban su descarte, etc.).

El resultado final consistió en que para cada investigador se relacionó su DNI con todos los IDNOs de sus documentos, uniéndose por tanto a través del IDNO con la tabla central (MA0) de la estructura relacional presentada anteriormente en la Figura 3.1 (Figura 3.2).

Figura 3.2. Modelo relacional con datos de investigadores



En la Figura anterior, la Tabla MA0 seguiría unida con las tablas presentadas en la Figura 3.1. De este modo cada investigador quedó vinculado directamente con sus datos de producción procedentes del *Web of Science*.

### 3.3.6. Eficacia de la metodología de asignación de documentos a los investigadores

Una vez que los documentos fueron asignados a los investigadores, se consideró necesario determinar la eficacia del proceso de asignación de documentos a investigadores. La eficacia en la detección de los documentos de los investigadores es un aspecto que a niveles superiores de análisis (macro y meso) puede no ser relevante, pero que cobra gran importancia a nivel micro. De este modo, es necesario conocer hasta qué punto se ha recuperado toda la

producción de los investigadores. El mayor o menor grado de completitud de estos datos será de utilidad para determinar la fiabilidad del estudio y sus posibilidades como herramienta de evaluación eficaz. Por esta razón, a continuación se presentan datos cuantitativos sobre la eficacia del proceso de asignación de documentos a investigadores.

En primer lugar, hay que destacar que existen diversas metodologías posibles para determinar la validez del sistema de identificación/asignación de documentos a los investigadores. Entre ellas, la mejor opción es preguntar directamente a los investigadores si los documentos que se le han asignado son los correctos o si por el contrario encuentran errores bien por defecto o por exceso, que es la opción empleada por el CWTS (van Leeuwen, 2007), quienes a través de aplicaciones web van alimentando bases de investigadores, lo que les permite no “molestar” a los investigadores con datos que ya han sido revisados previamente; sin embargo esta metodología presenta el inconveniente de que consume gran cantidad de tiempo y el personal requerido es alto, además de que no siempre se cuenta con la colaboración de los investigadores analizados.

En otros estudios a nivel individual (Costas y Bordons, 2005), el método de verificación de los documentos consistió en consultar a expertos que evaluaron según su propio conocimiento la completitud de los datos. Esta metodología de validación de los datos presenta la ventaja de que consume menos tiempo y recursos, pero presenta la limitación de que determinados documentos e investigadores pueden escapar al conocimiento de los expertos.

Finalmente, la opción de verificación que se ha seguido en este trabajo consiste en localizar en Internet los Currículum Vitae de los investigadores para después comparar sus listados de publicaciones con los listados obtenidos tras la aplicación de la metodología de asignación de documentos descrita. Esta opción presenta la ventaja que requiere pocos recursos y que es accesible y pública. Presenta en cambio los problemas relacionados con la falta de normalización de los currículum, con la falta de completitud de los mismos, o con el hecho de que no todos los investigadores ponen sus currículum en Internet (algunos de estos problemas ya fueron sugeridos por Dietz et al, 2000). Sin embargo, se ha planteado que el análisis de una muestra de investigadores con sus currículums en Internet permite inferir el grado de acierto en la asignación de documentos para el conjunto de la población.

Para el desarrollo de esta validación se adoptaron dos criterios generales:

1. Todos aquellos investigadores que proporcionaban sus listados de publicaciones completos en Internet fueron incluidos en el análisis.
2. De los investigadores con listados parciales de publicaciones, se seleccionó un conjunto de los mismos.

De este modo, el muestreo llevado a cabo puede ser considerado como mixto, dado que al trabajar únicamente con los investigadores que presentaban algún tipo de información personalizada en Internet sería un muestreo Casual o



Incidental. Este es un tipo de muestreo no probabilístico, que aunque presenta limitaciones permite obtener información de gran valía sobre la población estudiada. Por otra parte, entre los investigadores con listados parciales de publicaciones se realizó un muestreo aleatorio simple para su inclusión final en el análisis.

3. El tamaño muestral apropiado se estableció matemáticamente según el siguiente procedimiento de cálculo:

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{(N * E^2) + (Z^2 * p * q)}$$

Dónde, n es el tamaño muestral; Z es igual a 1,96 (confianza del 95%), p y q son la variabilidad positiva y negativa, en este caso, al no tener datos anteriores, se ha considerado la máxima variabilidad (0,5 para ambos). N es el tamaño de la población (1064) y E es la precisión o error, para este caso se ha tomado el 5% (0,05). De este modo, se obtiene que alrededor de 282 investigadores son el tamaño muestral óptimo.

Los pasos metodológicos seguidos para la validación de los datos son los siguientes:

1. Búsqueda de los Currículum Vitae o páginas personales de los 1064 investigadores de la población objeto de estudio en Internet.
  - a. En sus centros de trabajo.
  - b. En caso de no encontrarse en sus centros, de forma global en Internet (*Google*).

Es necesario señalar en este punto, que para cada investigador se ha buscado lo que se podría considerar “información personalizada”, es decir, que aquellos investigadores cuyas publicaciones aparecían en listados generales de sus centros, memorias, departamentos, etc. no se han tenido en cuenta. Sí, en cambio, se han considerado aquellas páginas de grupos de investigación dónde se recogen todas las publicaciones de todos sus miembros.

2. Una vez detectados los investigadores con algún tipo de “información personalizada” en Internet (480), se procedió a seleccionar una muestra final de currículum sobre la que se realizó el análisis final (318):
  - a. Los investigadores que tenían sus listados de publicaciones completos en Internet fueron seleccionados directamente para el análisis (133 investigadores estaban en esta circunstancia, lo que representa el 12,51% del total de investigadores).
  - b. Sobre los 272 investigadores restantes de los que se disponía de listados limitados de publicaciones, se realizó un muestreo aleatorio y se seleccionaron 185 investigadores.

En la Tabla 3.9 se presenta un resumen del número de investigadores considerados atendiendo a los diferentes criterios metodológicos.

Tabla 3.9. Resumen de los pasos metodológicos realizados para seleccionar una muestra de investigadores con Curriculum Vitae en Internet

<b>Selección de investigadores</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Total investigadores Población	1064	<b>100,00</b>
No presentan información "personalizada" en Internet	583	<b>54,79</b>
Sí presentan información "personalizada" en Internet	480	<b>45,11</b>
--> No presentan listado de publicaciones	75	<b>7,05</b>
--> Sí presentan listado de publicaciones	405	<b>38,06</b>
--> Tenían CV Completo (todos incl. en el análisis)	133	<b>12,5</b>
--> Listados limitados de publicaciones	272	<b>25,56</b>
--> Muestreo aleatorio	185	<b>17,38</b>
<b>Total Investigadores que entran en el análisis</b>	<b>318</b>	<b>29,89</b>

Como se puede observar en la Tabla 3.9, la muestra final se compuso de 318 investigadores, superando el tamaño muestral óptimo de 282.

3. A continuación se procedió a cotejar los datos de los listados de publicaciones de los 318 investigadores seleccionados con los listados de publicaciones obtenidos a través de la asignación de documentos a investigadores. Para cada investigador cuatro datos fundamentales fueron consignados:

- a. Total de documentos WOS en el currículum del investigador. De entre todas las publicaciones presentes en el CV del investigador (1994-2004), se consignan aquéllas que atendiendo a su revista de publicación estaban recogidas en WOS.
- b. Total de documentos del currículum recuperados. En este apartado se consignan los documentos recuperados del conjunto de documentos mencionados en el punto anterior.
- c. Total de documentos perdidos. Se corresponde con el número de documentos WOS del currículum de los investigadores que no se han recuperado a través de la metodología de asignación de documentos a los autores.
- d. Total de documentos WOS recuperados para cada investigador. Este dato se corresponde con el total de documentos que han sido asignados de forma efectiva a cada investigador. Se han dado casos en que este valor es superior al de los documentos del currículum vitae de los investigadores dado que en ocasiones éstos olvidan incluir algunos documentos que sí son detectados a través de la metodología desarrollada. En estos casos se ha comprobado que son documentos de los investigadores aunque no aparezcan en su currículum, normalmente por coincidencia de coautores, el centro de trabajo o la temática del documento.

Una vez revisados todos los currículum de los investigadores, se procedió a analizar la eficacia en la detección de sus documentos. En la Tabla 3.10 se presentan datos relativos a la muestra de de investigadores cuyos CV han sido revisados para analizar la eficacia de la metodología de asignación de documentos a investigadores en las 3 áreas científicas.

Tabla 3.10. Datos relativos a la revisión del CV de los investigadores por áreas científicas

Áreas	N. Tot. Inv.	N. Inv. Revisados	%Inv. Revisados	N. Inv. con CV completo	% Inv. con CV completo
Biología y Biomedicina	388	134	34,54	22	5,67
Ciencia de Materiales	327	71	21,71	27	8,26
Recursos Naturales	347	113	32,56	84	24,21
<b>Total</b>		<b>318</b>	<b>100</b>	<b>133</b>	<b>38,14</b>

En la Tabla 3.10 destaca el hecho de que en el área de Recursos Naturales es en la que se han encontrado más currículums completos de los investigadores.

A continuación se procedió a analizar la cantidad y porcentaje de documentos “validados” para el total de la muestra analizada (Tabla 3.11). Se denominan documentos validados a aquellos asignados a los investigadores por la metodología desarrollada y comprobados luego por el Currículum Vitae del investigador. Documentos “perdidos o no identificados” son aquellos documentos que no fueron asignados correctamente y se perdieron.

Tabla 3.11. Cómputo de documentos perdidos en el conjunto de la muestra analizada

<b>Total Investigadores (N=318)</b>	<b>Total Documentos</b>	<b>%</b>
Total Documentos Buscados	5726	100
Documentos Validados	5652	98,7
Documentos Perdidos o no Identificados	74	1,3
<b>Investigadores CV Completo (N=133)</b>	<b>Total Documentos</b>	<b>%</b>
Total Documentos Buscados	3851	100
Documentos Validados	3802	98,7
Documentos Perdidos o no Identificados	49	1,3

Como se puede comprobar en la Tabla 3.10, tanto si se tienen en cuenta el total de investigadores analizados como únicamente aquellos para los que se cuenta con su Currículum Vitae completo el porcentaje de pérdida de documentos es del 1,3%.

En la Tabla 3.12 se presentan datos relativos a las tres áreas científicas de los investigadores.

Tabla 3.12. Cómputo de documentos perdidos en función de las áreas científicas de los investigadores analizados

<b>Biología y Biomedicina (N=134)</b>	<b>Total Documentos</b>	<b>%</b>
Total Documentos Buscados	1592	100
Documentos Recuperados	1563	98,2
Documentos Perdidos	29	1,8
<b>Ciencia de Materiales (N=71)</b>	<b>Total Documentos</b>	<b>%</b>
Total Documentos Buscados	1643	100
Documentos Recuperados	1616	98,4
Documentos Perdidos	27	1,6
<b>Recursos Naturales (N=113)</b>	<b>Total Documentos</b>	<b>%</b>
Total Documentos Buscados	2491	100
Documentos Recuperados	2473	99,3
Documentos Perdidos	17	0,7

Biología y Biomedicina es el área que presenta una mayor pérdida de documentos (con un 1,8% de documentos perdidos) mientras que Recursos Naturales se perfila como el área con una mayor precisión en la asignación de documentos, con una pérdida únicamente del 0,7% de documentos.

También se han analizado las pérdidas de documentos para los investigadores de modo individual. Para ello, se ha calculado el porcentaje de pérdida de documentos para cada investigador. En la Tabla 3.13 se presentan éstos datos.

Tabla 3.13. Estimación del porcentaje de pérdida de documentos por investigador

<b>Total Investigadores (N=318)</b>	<b>Media±DT</b>
%Documentos	1,12±4,45
Valores Absolutos	0,23±0,85
<b>Investigadores CV Completo (N=133)</b>	<b>Media±DT</b>
%Documentos	1,48±4,98
Valores Absolutos	0,36±1,14

Como se puede observar en la Tabla 3.13, los investigadores analizados tienen en promedio una pérdida de documentos del 1,12% (por tanto se podría decir que los investigadores tienen recogidos en promedio el 98,88% de sus documentos). Por otra parte, el porcentaje de documentos perdidos aumenta ligeramente cuando se analizan únicamente los investigadores que presentan sus Currículum Vitae completos, para los cuales la pérdida de documentos es en promedio del 1,48%, teniendo recogidos en promedio el 98,52% de sus documentos.

El mismo análisis anterior también se ha realizado por áreas científicas, mostrándose los resultados en la Tabla 3.14.

Tabla 3.14. Estimación de la pérdida de documentos de los investigadores por áreas científicas

<b>BIOLOGÍA Y BIOMEDICINA (N=134)</b>	<b>Media±DT</b>
%Documentos	0,96±3,23
Valores Absolutos	0,22±0,83
<b>CIENCIA DE MATERIALES (N=71)</b>	<b>Media±DT</b>
%Documentos	2,11±7,82
Valores Absolutos	0,38±1,67
<b>RECURSOS NATURALES (N=113)</b>	<b>Media±DT</b>
%Documentos	0,69±4,46
Valores Absolutos	0,15±0,17

Como se puede observar en la Tabla 3.14, la pérdida de documentos a nivel individual es mayor en el área de Ciencia de Materiales que en las otras dos. En este sentido los investigadores de Ciencia de Materiales tienen una pérdida de documentos por investigador del 2,11% (completitud del 97,89%). Recursos Naturales se perfila de nuevo como el área más completa con valores muy bajos de pérdida de documentos.

Por otra parte, se ha observado que únicamente 44 investigadores del total analizado tienen alguna pérdida de documentos (14%), si únicamente se tienen en cuenta los investigadores con su Currículum Vitae completo son 28 los que presentan esta situación (21%). La pérdida de documentos afecta de forma desigual a los investigadores: el 86% de los investigadores no pierde ningún documento (274 investigadores), y la mayoría de los que tienen alguna pérdida la tienen por debajo del 10% de sus documentos (34, lo que supone el 11% de los investigadores analizados). Las grandes pérdidas de documentos (mayores del 20%) son prácticamente testimoniales (4 investigadores que representan el 1%). El caso más llamativo es un investigador que presentaba diferentes firmas a lo largo de su carrera, algunas de las cuales no seguían la estructura de las variantes de firma planteada anteriormente.

En cuanto a las causas de pérdidas de documentos, éstas a grandes rasgos se deben a errores tipográficos en las firmas de los investigadores, a la no inclusión por parte de WOS de los autores o a la consignación de firmas no “lógicas” (p. ej. llamarse “García Rendal, Esteban Pedro” y firmar como García EPR, permutando la inicial del segundo apellido como inicial). Debe destacarse que los documentos que no habían sido detectados (74) se asignaron posteriormente.

Finalmente, un aspecto interesante a destacar, es que en ocasiones los investigadores consignan en sus Currículum Vitae menos publicaciones de las que efectivamente se recogen en la base de datos WOS. En concreto, 98 investigadores de los 133 que tenían sus Currículum Vitae completos (74%) presentan más documentos en WOS que los recogidos en sus respectivos listados de publicaciones. Este incremento oscila entre 1 y 39 documentos, aunque sobre todo esto se da en investigadores con carreras muy dilatadas y Currículum Vitae muy extensos.

De este análisis se deduce que la metodología empleada para identificar las publicaciones de los investigadores obtuvo unos resultados altamente

satisfactorios y válidos, de forma que se identificó con éxito prácticamente el 95% de la producción de los investigadores. Se puede decir que el área mejor cubierta es la de Recursos Naturales, mientras que el área que a priori presenta más limitaciones y pérdidas de documentos a nivel individual es Ciencia de Materiales, aunque en cualquier caso, las pérdidas de documentos identificadas son muy pequeñas.

Finalmente, hay que destacar la escasa tendencia que existe entre los investigadores del CSIC de incluir sus publicaciones en Internet, dado que únicamente el 13% de los investigadores analizados presentaban el Currículum Vitae completo en Internet. En este sentido, una política de fomento de esta práctica entre los investigadores del CSIC, permitiría dar una mayor visibilidad a sus centros e investigadores, sirviendo de herramienta útil en la elaboración de estudios bibliométricos de sus investigadores. Los resultados de este estudio muestran que es recomendable disponer del CV de los investigadores para evitar posibles pérdidas de documentos que ocasionalmente pueden ser relativamente importantes para investigadores puntuales.

### **3.4. Indicadores de actividad e impacto calculados**

Una vez obtenidos los documentos de los investigadores, se procedió a obtener los perfiles bibliométricos de cada uno de ellos.

En este apartado, se describen los principales indicadores utilizados para el análisis de los investigadores objeto de estudio. Hay que destacar que algunos de los indicadores obtenidos fueron calculados de acuerdo a la metodología de obtención de indicadores desarrollada por el CWTS (van Raan, 1993, 2004a), mientras que otros se han calculado de acuerdo con las metodologías propias del grupo ACUTE del IEDCYT. En cualquier caso, cada indicador es descrito a continuación señalando sus peculiaridades y características para su cálculo.

#### **3.4.1. Indicadores para el estudio general por áreas (meso)**

En este apartado se describen los principales análisis e indicadores que se han obtenido para el estudio agrupado de los documentos de las tres áreas seleccionadas, desde una perspectiva meso.

1) Evolución temporal de la producción científica de las tres áreas, realizando comparaciones con España y el conjunto del CSIC. Al disponer de estos datos ha sido posible comparar las evoluciones de los diferentes indicadores para determinar el crecimiento y la evolución de los mismos desde una perspectiva comparativa.

La actividad científica de las tres áreas del CSIC se ha analizado a través de indicadores de producción (número de documentos) e indicadores de impacto (número de citas, número de citas/documento, factor de impacto medio y posición normalizada de las revistas de publicación). Para situar la actividad de las tres áreas del CSIC en el contexto internacional se han utilizado los indicadores CPP/JCS y CPP/FCS, que comparan las citas recibidas por cada

área con las correspondientes a la referencia internacional de su revista o su subcampo de publicación (ver descripción en la sección 3.4.2.).

2) Distribución temática y especialización de los documentos de las tres áreas. A cada documento se le han asignado las disciplinas de su revista de publicación, asumiendo que ofrecen una orientación aproximada de la temática de los documentos. Además, también se ha utilizado una clasificación basada en los *Current Contents* (Gómez et al, 2004) a partir de la cual las 176 *subject categories* originales de las revistas de publicación han sido agrupadas en 11 categorías temáticas generales (véase Tabla Anexo 1.1 y Tabla Anexo 1.2 del Anexo 1). A través de esta clasificación temática ha sido posible realizar dos análisis relativos a la especialización temática:

- Grandes categorías temáticas: para cada área se ha estudiado la distribución de documentos en función de estas grandes categorías temáticas, comparándose además con la producción española en las mismas categorías y de este modo poder determinar la evolución y las principales diferencias con el conjunto de España.
- Disciplinas JCR o *subject categories*, la clasificación de revistas original proporcionada por el JCR también ha sido utilizada. Las disciplinas JCR se han analizado desde una perspectiva similar a la de las grandes categorías, comparando la producción científica de las tres áreas en las diferentes disciplinas con la producción científica del conjunto del país en las mismas, para de este modo detectar las disciplinas donde los investigadores presentan sus mayores fortalezas en relación con el conjunto de España.

3) Evolución de la colaboración científica. Para el estudio de la colaboración científica de los documentos en las tres áreas se ha considerado el número de autores y centros que aparecen en los documentos y en función de la colaboración entre centros, se han establecido tres tipos de colaboración general:

- Colaboración Internacional: la que se da entre instituciones de dos o más países. Asimismo, los países de colaboración han sido clasificados también en zonas geográficas y se ha analizado la colaboración con las mismas de forma pormenorizada.
- Colaboración Nacional: cuando los documentos están firmados por investigadores de dos o más centros de un mismo país (en este caso, los documentos mixtos de colaboración nacional e internacional se han clasificado en el primer tipo, dejando en este caso los documentos realizados únicamente por instituciones del mismo país).
- Sin colaboración: documentos que aún pudiendo tener más de un autor (sí tendrían colaboración entre autores e incluso interdepartamental) únicamente presentan un centro de trabajo común.

Se analiza el impacto de la producción en función del tipo de colaboración a través de los indicadores número de citas/documento, factor de impacto y posición normalizada.

### 3.4.2. Indicadores para el análisis de los individuos (micro)

En este apartado se describen pormenorizadamente los indicadores bibliométricos que se han obtenido para cada individuo, sin embargo también hay que tener en cuenta que estos indicadores se han obtenido de forma general para el conjunto de los documentos, por lo que también ha sido empleados para el análisis meso de la producción:

1) Número Total de Documentos: este indicador recoge la producción total de los investigadores en el periodo 1994-2004. Para su cálculo se han tenido en cuenta todos los documentos recogidos para cada investigador en el WOS, considerando todos los tipos documentales, excepto las correcciones. Asimismo, no se ha considerado ningún recuento fraccionado para su cálculo, sino que se ha realizado un recuento total.

2) Número Total de Citas: es el total de citas de todos los documentos de cada uno de los investigadores, se calcula a partir de la suma de las citas recibidas por todos los documentos considerados. Hay que tener en cuenta que el total de citas hace referencia al sumatorio de las citas que han recibido los documentos de cada investigador con independencia de su año de publicación y cuando no se indica lo contrario este es el valor considerado. Por otra parte, también se ha considerado una ventana de citación de tres años para los documentos, indicada como "V3", lo que implica que para los documentos únicamente se contabilizan las citas que se han producido en los tres primeros años desde su publicación (p. ej. para un documento publicado en 1994 únicamente se contabilizarían las citas recibidas en 1994, 1995 y 1996, y así sucesivamente). Esta ventana de citación ha sido utilizada también en algunos apartados del análisis meso.

3) Ratio de Citas por Documento: este indicador representa el cociente del total de citas por el número total de documentos. No se han excluido las autocitas. Es una medida de la citación media de los documentos publicados.

4) Índice h: obtenido de acuerdo con la formulación original de Hirsch (2005), sin excluirse las autocitas. Según Hirsch, un investigador tiene un índice h cuando h de sus documentos han recibido al menos h citas cada uno, y el resto tiene no más de h citas cada documento. Su cálculo es sencillo, ya que sólo requiere ordenar los documentos de un investigador en orden descendente por el número de citas recibidas, numerándolos, e identificando el punto en el que el número de orden coincide con el de citas recibidas por el documento.

5) % de *Highly Cited Papers* (%HCP): descrito en este estudio como el porcentaje de documentos con un número de citas absolutas superiores al percentil 80 de los documentos más citados de cada área, siendo 15 para Recursos Naturales, 28 para Biología y Biomedicina y 12 para Ciencia de Materiales.



6) Mediana del Factor de Impacto: considerando todos los documentos de cada investigador a los que se les ha asignado el Factor de Impacto de su revista en el año de publicación del documento, se calcula la Mediana de la distribución del Factor de Impacto. Se ha preferido la mediana a la media debido a que en el conjunto de documentos de un investigador puede haber diferencias de Factor de Impacto muy grandes y de este modo se reduce la influencia de los valores atípicos.

7) Posición Normalizada Media: para el cálculo de este indicador, en primer lugar se determina la posición de la revista de publicación en su disciplina JCR según el orden decreciente de Factor de Impacto. Los valores de la Posición Normalizada oscilan entre 0 y 1, presentando la ventaja de que permite realizar comparaciones entre unidades y áreas científicas diferentes (Bordons y Barrigón, 1992).

$$\text{Posición Normalizada} = 1 - \frac{\text{Posición de la revista en la disciplina científica X}}{\text{Nº Total de revistas en la disciplina científica X}}$$

Para aquellas revistas incluidas en varias disciplinas se considera aquella en la que la revista obtiene la mejor posición. De este modo para cada documento se conoce la mejor Posición Normalizada de su revista entre sus disciplinas y para cada investigador se calcula la media de las posiciones normalizadas de todos sus documentos. En este caso se ha optado por la media dado que al oscilar los valores de la Posición Normalizada entre 0 y 1, las diferencias son menores.

8) CPP/FCSm (*Citations Per Publication/Field Citation Score mean*): es un tipo de indicador de impacto relativo (RCR) descrito por el CWTS (van Raan, 2004a), consiste fundamentalmente en la comparación del ratio de citas por documento de la producción de un investigador (excluidas autocitas) con el ratio de citas por documento medio de sus disciplinas de publicación en función de la clasificación del JCR (normalizado también por el tipo documental). Proporciona información sobre el impacto de los documentos de una unidad de análisis (en este caso, individuos) comparada con la referencia internacional de sus disciplinas. Si el valor de este indicador es superior a 1 indica que los documentos de los investigadores están siendo citados por encima del promedio mundial en dicho campo. Un ejemplo concreto de su cálculo se puede ver en el anexo del trabajo de Moed et al (1995).

9) JCSm/FCSm (*Journal Citation Score mean/Field Citation Score mean*): presenta un valor relativo del impacto de las revistas de publicación utilizadas por los investigadores en relación al impacto medio de sus campos científicos. También es un indicador descrito por el CWTS. Un valor superior a 1 significa que el investigador está publicando en revistas de alto impacto dentro de su disciplina.

10) FCSm (*Field Citation Score mean*). Basándose en la clasificación de disciplinas del JCR, este indicador proporciona el ratio medio de citas por documento de las disciplinas en las que ha publicado cada investigador. Este

indicador también representa la densidad de citación (van Raan, 2008) de las disciplinas donde publican los investigadores.

11) JCSm (*Journal Citation Score mean*). Proporciona el ratio medio de citas por documento de las revistas en las que ha publicado cada investigador.

12) CPP/JCSm (*Citations Per Publication/Journal Citation Score mean*). Es similar al CPP/FCSm, con la salvedad de que la base de comparación no es la disciplina científica, sino la revista de publicación, es decir, indica si los documentos están recibiendo citas por encima ( $>1$ ) o por debajo ( $<1$ ) del promedio de sus revistas de publicación.

13) Análisis de referencias. Para los documentos de cada investigador se han analizado sus referencias, determinando el número de referencias y referencias externas por documento. Se consideran referencias externas aquellas a documentos no realizados por alguno de los coautores del documento fuente.

14) Análisis de la colaboración científica. Al igual que al nivel meso, se han analizado los efectos y los beneficios de la colaboración desde diferentes perspectivas, considerando también los tres tipos de colaboración descritos anteriormente (nacional, internacional y sin colaboración).

15) Análisis de redes. En el estudio de la colaboración entre investigadores se ha utilizado el análisis de Redes Sociales para representar las relaciones observadas entre los mismos. Para la obtención de estas redes se han generado matrices simétricas considerando la concurrencia de documentos en común entre los investigadores. Los programas utilizados para analizar los datos y representarlos han sido *Ucinet 6* para *Windows* y *Netdraw 2.28*. Se han obtenido los *k-cores* para cada conjunto. Hay que tener en cuenta que los *k-cores* de una red son una sub-estructura en la que cada miembro tiene lazos con al menos otros *k* miembros (Yin et al, 2006). En algunos casos también se han destacado los nodos con mayor *betweenness* para representar a los actores mejor conectados de la red (Cardillo et al, 2006) dado que son los nodos que necesitan pasar por menos nodos para llegar a cualquier otro nodo de la red (Otte y Rousseau, 2002). Adicionalmente, también se ha analizado la producción científica de los centros, obteniendo la producción de los mismos por agrupación de los documentos de los investigadores que trabajan actualmente en los mismos, planteando de este modo un análisis *Bottom-up*.

### 3.5. Clasificación de los investigadores según su perfil bibliométrico

Una vez que los indicadores a nivel individual han sido calculados, se han seleccionado nueve indicadores para conformar el perfil bibliométrico general de los investigadores (Total de documentos y citas, índice *h*, ratio de citas por documento, %HCP, CPP/FCSm, Mediana del Factor de Impacto, Posición Normalizada y JCSm/FCSm). De este modo surge la necesidad de explotar y utilizar la información proporcionada por los mismos. En este apartado se describe la metodología desarrollada para valorar y clasificar a los investigadores en función de estos indicadores y poder realizar comparaciones entre ellos. En términos generales, este método busca evitar los principales

problemas relacionados con la valoración de individuos a partir de indicadores bibliométricos, derivados de la elaboración de rankings, de las pérdidas de información y en general de todos los problemas que los indicadores presentan a nivel individual. De acuerdo con esto, esta metodología se inspira en propuestas como la de Bonacorsi y Daraio (2008) que sugieren utilizar el espacios multidimensionales, para conocer el posicionamiento de los individuos en los mismos; sugiriendo que en las evaluaciones los candidatos sean comparados con otros investigadores que estén trabajando en la misma especialidad científica, destacando que se debe analizar a los investigadores en su contexto.

### 3.5.1. Reducción de indicadores

El primer paso consiste en agrupar los 9 indicadores inicialmente obtenidos para el perfil de los investigadores a través del Análisis Factorial. Este análisis es una técnica de reducción de datos que permite encontrar grupos homogéneos de variables que correlacionan mucho entre sí, procurando inicialmente, que unos grupos sean independientes de otros. Es, por tanto, una técnica de reducción de la dimensionalidad de los datos, cuyo propósito último consiste en buscar el número mínimo de dimensiones capaces de explicar el máximo de información contenida en los datos. Por tanto, esta agrupación permite detectar qué indicadores presentan una mayor correlación entre ellos y tienden a medir la misma “dimensión”. Para realizar este análisis se han normalizado los indicadores a través de la raíz cuadrada.

En las Tablas 3.15 y 3.16 se presentan los valores generales para el análisis factorial.

Tabla 3.15. Análisis factorial de los indicadores del perfil bibliométrico (todas las áreas)

Componentes	Autovalores iniciales			Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	5,121	56,900	56,900	2,650	29,442	29,442
2	1,745	19,394	76,294	2,638	29,306	58,749
3	,929	10,322	86,616	2,508	27,868	86,616
4	,487	5,410	92,027			
5	,351	3,898	95,925			
6	,214	2,381	98,306			
7	,070	,782	99,088			
8	,053	,585	99,673			
9	,029	,327	100,000			

Método de Extracción: Análisis de componentes principales.

Tabla 3.16. Análisis factorial de los indicadores del perfil bibliométrico: matriz de componentes rotados

	Componentes		
	1	2	3
%HCP	,876		
CPP/FCSm	,831		
Citas por Documento	,770		
Mediana Factor de Impacto		,871	
Posición Normalizada		,866	
JCSm/FCSm		,765	
Total de documentos			,975
Índice h			,878
Total de citas			,775

Método de Extracción: Análisis de componentes principales.

Método de Rotación: Normalización Varimax con Kaiser.

La Rotación ha convergido en 4 iteraciones.

Loadings menores de 0.55 han sido excluidos.

Como se observa en las Tablas 3.15 y 3.16, los indicadores se pueden agrupar en tres dimensiones principales que explican el 87% de la varianza. Asimismo, cada una de ellas explica en torno al 30% del total de la varianza. Hay que destacar que estas dimensiones se han obtenido igualmente para las tres áreas analizadas, manteniendo valores similares de varianza explicada y la misma agrupación de indicadores.

Las tres dimensiones obtenidas se describen del siguiente modo:

**Dimensión 1. Impacto observado:** en primer lugar se encuentra una dimensión de impacto observado, integrando los indicadores %HCP, ratio de citas por documento y CPP/FCSm.

**Dimensión 2. Impacto esperado y visibilidad:** la segunda dimensión, es una dimensión relativa al impacto esperado y visibilidad de las revistas de publicación, incluyendo el Factor de Impacto, la Posición Normalizada y el JCSm/FCSm.

**Dimensión 3. Producción:** finalmente, la tercera dimensión tiene un importante componente cuantitativo, incluyendo el Total de Documentos, el Total de Citas y el índice h. Es interesante destacar como el índice h pertenece a esta dimensión más cuantitativa, por su alta correlación con el total de documentos y el total de citas.

### 3.5.2. Estandarización de indicadores

Los indicadores que conforman el perfil bibliométrico de cada investigador presentan diferentes escalas, lo que hace difícil su manejo. Para evitar este problema y tenerlos todos en un mismo rango de valores, se procedió a la estandarización de los mismos.

Esta estandarización consiste en dividir todos los valores de cada indicador por el valor más alto obtenido en dicho indicador. Esto, se hace separadamente

para cada una de las tres áreas científicas. En la Tabla 3.17 se presentan los valores máximos para cada uno de los indicadores en cada una de las tres áreas científicas.

Tabla 3.17. Valores máximos de los diferentes indicadores por área científica

	<b>Biología y Biomedicina</b>	<b>Ciencia de Materiales</b>	<b>Recursos Naturales</b>
Número de Documentos	136	303	161
Total Citas	4204	2784	2221
Índice h	33	27	29
%HCP	83,33	56,25	100
Citas por Documento	168,16	34,96	41,61
PN media	0,96	0,97	0,96
Mediana FI	16,51	3,90	3,72
JCSm/FCSm	3,66	2,29	2,35
CPP/FCSm	7,53	5,73	4,42

Para cada una de las áreas, se han calculado los valores estandarizados de cada indicador dividiendo cada uno de los valores por el valor máximo de cada distribución. Como resultado, los valores de todos los indicadores oscilan entre 0 y 1 para cada investigador.

A partir de los indicadores estandarizados, es posible construir los indicadores o dimensiones compuestas para cada investigador sumando los diferentes indicadores que las componen. En este sentido se generan las tres siguientes dimensiones:

- Dimensión de producción o cuantitativa: N. Documentos-ST + Total citas-ST + índice h-ST.
- Dimensión de impacto observado: Ratio de citas por documento-ST + CPP/FCSm-ST + %HCP-ST
- Dimensión de la calidad de la revista de publicación: Media Posición Normalizada-ST + JCSm/FCSm-ST + Mediana del Factor de Impacto-ST

“ST” – Datos estandarizados

Una vez finalizado este paso las tres dimensiones presentan valores que oscilan entre 0 y 3. De este modo, la actividad científica de los investigadores puede ser caracterizada a través de 3 dimensiones principales relativas a su comportamiento científico.

### **3.5.3. Clasificación de investigadores**

Una vez que cada uno de los investigadores está caracterizado en estas tres dimensiones, se procede a calcular los percentiles 25 (P25) y 75 (P75) de cada dimensión para clasificar a los científicos. El uso de percentiles ha sido sugerido por Lehman et al (2007) y por Meltzer (1949) para la clasificación de investigadores y con ello facilitar su comparabilidad. En la Tabla 3.18, se presentan los valores generales de los P25 y P75 para los investigadores en cada una de las áreas.

Tabla 3.18. Percentiles 25 (P25) y 75 (P75) para la clasificación de investigadores en clases

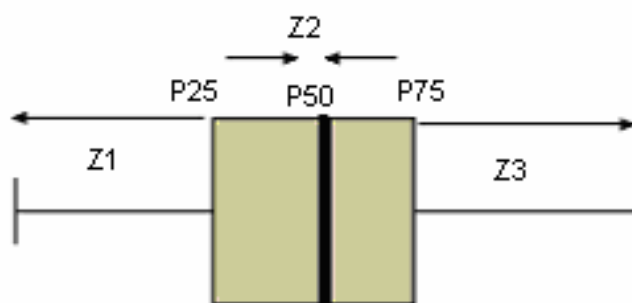
Dimensión	Área Científica	Percentiles	
		P25	P75
<b>Producción</b>	Recursos Naturales	0,26	0,70
	Biología y Biomedicina	0,42	0,95
	Ciencia de Materiales	0,38	0,79
<b>Impacto observado</b>	Recursos Naturales	0,27	0,74
	Biología y Biomedicina	0,27	0,70
	Ciencia de Materiales	0,36	0,93
<b>Impacto esperado y visibilidad</b>	Recursos Naturales	1,22	1,68
	Biología y Biomedicina	1,28	1,72
	Ciencia de Materiales	1,40	1,96

La Tabla 3.18 muestra los valores de P25 y P75 obtenidos en las diferentes áreas científicas y en cada una de las tres dimensiones. Estos valores son de gran importancia porque son los límites para clasificar a los investigadores en diferentes clases. El criterio de clasificación se basa en que para cada una de las dimensiones se sitúa a los investigadores en diferentes zonas en función de su posición entre los percentiles calculados, quedando como sigue:

- Zona 1: valores menores o iguales a P25 ( $\leq P25$ );
- Zona 2: valores mayores que P25 y menores o iguales que P75 ( $>P25$  y  $\leq P75$ );
- Zona 3: valores mayores que P75 ( $>P75$ )

La Figura 3.3 representa de forma esquemática la clasificación de los investigadores en las diferentes zonas.

Figura 3.3. Zonas en las que se clasifican los investigadores



A través de esta clasificación, cada investigador queda caracterizado por un vector de tres dimensiones con valores entre 1 y 3. Estos valores describen el comportamiento científico de cada uno de ellos. En la Tabla 3.19 se resumen las combinaciones diferentes en las tres dimensiones, incluyendo el número de investigadores en cada una de ellas.

Tabla 3.19. Distribución de los investigadores por clases

Dimensión de Producción	Dimensión de Impacto observado	Dimensión de Impacto esperado y visibilidad	Total de investigadores	%
<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	73	6,86
3	3	2	44	4,14
3	2	3	19	1,79
<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	91	8,55
3	2	1	25	2,35
3	1	3	1	0,09
3	1	2	3	0,28
3	1	1	2	0,19
<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	70	6,58
2	3	2	34	3,20
2	3	1	5	0,47
2	2	3	45	4,23
<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	217	20,39
2	2	1	52	4,89
2	1	3	4	0,38
2	1	2	41	3,85
2	1	1	53	4,98
1	3	3	15	1,41
1	3	2	11	1,03
1	3	1	2	0,19
1	3		1	0,09
1	2	3	16	1,50
1	2	2	36	3,38
1	2	1	20	1,88
1	2		5	0,47
1	1	3	10	0,94
1	1	2	40	3,76
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	90	8,46
1	1		13	1,22
			26	2,44
<b>Total de investigadores clasificados</b>			<b>1064</b>	<b>100</b>

Como se puede observar en la Tabla 3.19, los investigadores se clasifican en 30 clases diferentes (aunque conceptualmente habría más), correspondiendo cada clase a una determinada combinación de valores en cada una de las tres dimensiones.

Esta clasificación permite detectar investigadores con diferentes comportamientos, permitiendo analizar lo que Sonnert (1995) denomina el control de los investigadores sobre sus publicaciones. Algunos de estos comportamientos (señalados en cursiva y negrita en la Tabla 3.18) se pueden destacar a continuación:

- Investigadores Top: investigadores con un valor 3 en cada una de las dimensiones (3-3-3). Son los investigadores que presentan los valores más altos en todas las dimensiones y por tanto se pueden considerar los investigadores más destacados en cuanto a su producción internacional.

- Grandes productores: son aquellos investigadores con un 3 en la dimensión de producción, pero con un 2 en las dimensiones de impacto observado y visibilidad de las revistas (3-2-2). Estos investigadores serían los “*mass producers*” sugeridos por Cole y Cole (1967). Otras variantes de grandes productores también son los investigadores clasificados en 3-2-1, 3-1-2, 3-1-1 o 2-1-1, dado que su nivel de productividad es superior al de su impacto observado y visibilidad.
- Investigadores selectivos: son aquellos investigadores con un nivel de producción moderado, pero altos niveles de impacto observado y visibilidad en revistas de publicación (2-3-3). Son en cierto modo los “*perfectionists*” sugeridos por Cole y Cole (1967), que no producen un gran número de documentos, pero lo que publican es de gran valor. Estos investigadores son generalmente los más perjudicados por el uso de indicadores únicos como el índice h (Costas y Bordons, 2007a), y su detección tiene una gran importancia desde el punto de vista de la evaluación científica (Podlubny y Kassayova, 2006 RE).
- Investigadores de perfil medio: son aquellos investigadores con un perfil medio en las tres dimensiones (2-2-2). Como se puede observar, este grupo es el más numeroso reuniendo al 20% del conjunto total de investigadores, y refleja el comportamiento estándar medio en cada una de las áreas.
- Investigadores de perfil bajo: son aquellos investigadores con un rendimiento clasificado en 1 en las tres dimensiones.
- Investigadores silenciosos: son aquellos investigadores que presentan alguno o todos los valores de sus dimensiones sin información. Esto quiere decir que no hay suficiente información para clasificarlos; bien porque no tienen documentos (en cuyo caso tienen valores nulos en las tres dimensiones); no reciben citas (investigadores con valores nulos en la dimensión de impacto observado); o no publican en revistas con Factor de Impacto (investigadores con nulos en la dimensión de visibilidad). Aquí también se encontrarían los investigadores que ven peor reflejada su producción a través del WOS (por ejemplo, por tener una mayor orientación local o tecnológica)

Además, también es posible detectar otras combinaciones y tipos de investigadores, como son aquellos que presentan altos valores de impacto pero que podrían mejorar sus revistas de publicación (combinación 3-3-2) o que tienen problemas para ganar impacto entre su comunidad científica (3-2-3), etc. Como se puede observar, esta clasificación permite agrupar investigadores similares en su rendimiento y para los que se podrían elaborar políticas científicas adaptadas, así como profundizar en las causas que les llevan a que pertenezcan a una determinada clase.

Es importante destacar el hecho de que no existen clases constituidas por combinaciones extremas en las dimensiones, es decir, son raras las combinaciones de 1 y 3, de hecho cuando se presentan tienen muy pocos



investigadores, de la misma forma que las combinaciones de nulos con 3 son testimoniales. Esto pone de manifiesto que la metodología presenta una gran consistencia a la hora de clasificar a los investigadores de acuerdo con su desempeño científico.

Esta clasificación proporciona una herramienta eficaz y sencilla para que los investigadores individuales conozcan cuales son los puntos más débiles en su trabajo científico con respecto a sus compañeros, dándoles parámetros de mejora y de desarrollo futuro.

Con una finalidad de análisis más global, se han desarrollado dos niveles superiores de clasificación (nivel 1 y nivel 2) a partir de la agrupación de las diferentes clases para de este modo simplificar el uso de esta clasificación y facilitar su comprensión (Tabla 3.20).

Tabla 3.20. Clasificación general por agregación de perfiles de investigación

Nivel 1	Nivel 2	Criterio	Investigadores- Nivel 2	%	Investigadores- Nivel 1	%
Clase TOP	TOP1	Clase 3 en todas las dimensiones	73	6,86	206	19,36
	TOP2	Dos 3 y un 2	133	12,50		
Clase MEDIA	CM1	Dos 2 y un 3	170	15,98	596	56,02
	CM2	Clase 2 en todas las dimensiones	217	20,39		
	CM3	Dos 3 o 2 y un 1	209	19,64		
Clase BAJA	CB1	Un 2 o 3 y dos 1	127	11,94	262	24,62
	CB2	Clase 1 en todas las dimensiones	90	8,46		
	CB3	Algún blanco en alguna dimensión	45	4,23		
<b>Total de investigadores</b>			<b>1064</b>	<b>100</b>		<b>100</b>

Como se puede observar en la Tabla 3.20, es posible establecer dos clasificaciones generales (Nivel 2 y Nivel 1), que se describen a continuación.

A continuación se describen estas dos grandes agrupaciones:

- Clasificación Nivel 2: esta clasificación se basa en la agrupación de investigadores en función del valor predominante en sus tres dimensiones, clasificando a los investigadores en función del valor predominante en su perfil individual.
  - TOP1: son investigadores con un valor 3 en las tres dimensiones. Claramente en esta categoría se agrupan los investigadores más destacados de las diferentes áreas.
  - TOP2: son investigadores con un valor 3 en al menos dos dimensiones y un valor 2 en una de ellas. En esta categoría se encuentran los investigadores con estrategias de publicación más selectivas.

- CM1: Clase Media de tipo 1, es dentro de las clases medias, la más alta. En ella se agrupan investigadores que presentan un valor 2 en dos de sus dimensiones y un valor 3 en la dimensión restante. Cabe destacar que en esta clase se reúnen los grandes productores.
- CM2: Clase Media de tipo 2, corresponde a los investigadores de tipo medio siendo la clase que agrupa más investigadores. El criterio para pertenecer a ella es tener un valor 2 en todas las dimensiones.
- CM3: Clase Media de tipo 3, en ella se encuentran investigadores que tienen un valor 1 (bajo) en alguna de sus dimensiones y 2 ó 3 en las otras dos dimensiones.
- CB1: Clase Baja de tipo 1, incluye investigadores que destacan moderadamente en alguna de las dimensiones (2 ó 3) pero presentan valores bajos (1) en las otras dos.
- CB2: Clase Baja de tipo 2, en ella se agrupan los investigadores de perfil bajo, es decir, con un valor 1 en todas las dimensiones.
- CB3: Clase Baja de tipo 3, incluye investigadores que presentan algún blanco (silencio) en alguna de sus dimensiones o en todas. Aquí se incluirían los investigadores sin producción y/o sin citas y/o sin documentos en revistas con impacto.
- Clasificación Nivel 1: se genera a partir de la agrupación de las diferentes subclases antes descritas.
  - Clase TOP: en esta clase se agrupan los investigadores clasificados previamente en TOP1 y TOP2, y se correspondería con la clase más alta.
  - Clase MEDIA: en ella se encuentran las subclases MC1, MC2 y MC3, siendo la clase de tipo medio y la que tiene más investigadores.
  - Clase BAJA: agrupa las subclases BC1, BC2 y BC3 que se caracterizan por incluir los perfiles más bajos.

De acuerdo con estas clasificaciones los investigadores selectivos están clasificados en la clase TOP2 (Nivel 2) y TOP (Nivel 1), mientras que los grandes productores están clasificados en la clase CM1 (Nivel 2) y en la Clase MEDIA (Nivel 1). Este hecho pone de manifiesto como las estrategias selectivas son mejor valoradas por esta metodología que las estrategias de publicación más masivas.

Finalmente, el establecimiento de estas clases permite manejar la población de investigadores más fácilmente, así como realizar estudios generales sobre los mismos. En esta investigación, se ha trabajado principalmente con la

“Clasificación Nivel 1”, es decir, con las clases TOP, MEDIA y BAJA, desarrollándose diferentes análisis sobre estos grupos de investigadores en la búsqueda de sus principales características y regularidades.

### **3.6. Análisis de datos y test estadísticos utilizados**

Los análisis bibliométricos, dado su carácter cuantitativo y matemático, tienen en la estadística una de sus principales herramientas. En este sentido, los análisis y pruebas llevados a cabo en los diferentes apartados de esta investigación se han basado en la comparación de grupos y sus distribuciones, utilizándose diferentes herramientas y tests estadísticos, con la finalidad de obtener información objetiva sobre el desempeño de la actividad científica de los autores analizados.

Para los diferentes análisis, figuras y gráficas obtenidas se han utilizado fundamentalmente el SPSS versiones 12.0 y 15.0 y Microsoft Excel XP. Los diferentes análisis llevados a cabo se describen para cada uno de los resultados, sin embargo se puede destacar que de modo general se han utilizado los diagramas de cajas para representar las distribuciones y comparar grupos, utilizándose la *U de Mann-Whitney* como medida no paramétrica para establecer diferencias significativas entre dichos grupos, las cuales como regla general se han considerado significativas cuando  $p < 0,05$ . Este test es una alternativa a la prueba de la *t* sobre diferencia de medias cuando no se cumplen los supuestos de normalidad y homocedasticidad, o no es apropiado utilizar la prueba *t* porque el nivel de medida de los datos es ordinal.

El análisis de tablas de contingencia se ha utilizado para comparar grupos atendiendo a variables cualitativas. Estas tablas muestran la frecuencia de la clasificación de las unidades de estudio en función de variables categóricas. Se ha utilizado la *Chi cuadrado* para comparar las frecuencias observadas (las realmente obtenidas) con las esperadas (las frecuencias que teóricamente se encontrarían si los criterios fueran independientes) y se ha rechazado la hipótesis de independencia entre las variables cuando  $p < 0,05$ .

Finalmente, para el análisis del incremento a lo largo del tiempo de los diferentes indicadores se ha calculado la Tasa de Incremento:

$$\frac{(\text{Valor 2004} - \text{Valor 1994}) * 100}{\text{Valor 1994}}$$

siendo “Valor 1994” el valor del indicador en el año 1994 y “Valor 2004” el valor en 2004 (o el último año de la serie a analizar).

La representación gráfica del crecimiento de los diferentes indicadores se ha obtenido a través de los Números Índice, los cuales consisten en dividir todos los valores de la serie temporal por el valor del primer año (en este caso es 1994), de forma que valores  $>1$  indican crecimiento y valores  $<1$  indican una tendencia descendente del indicador a lo largo del tiempo.



## **Capítulo 4. RESULTADOS**

## 4. RESULTADOS

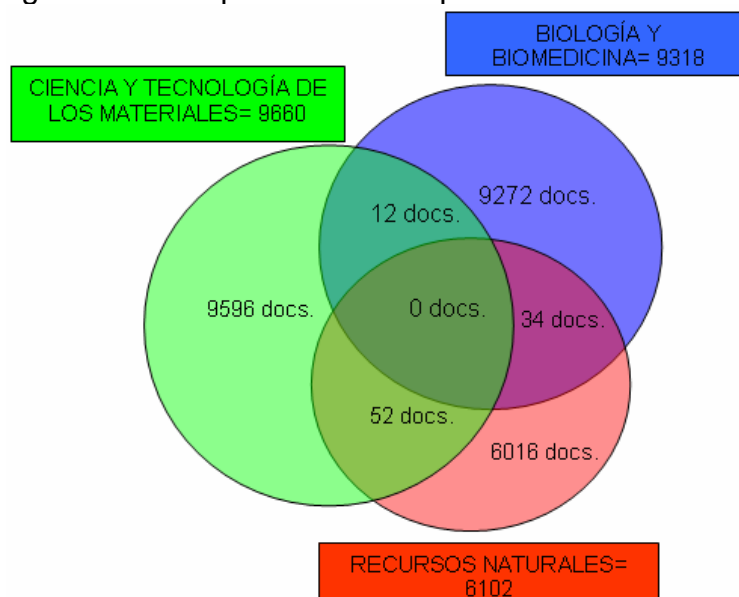
En este capítulo se presentan los resultados del estudio estructurados en dos partes: en primer lugar se muestran resultados relativos al conjunto total de documentos publicados por los investigadores objeto de estudio desde una óptica global (nivel meso), y en segundo lugar se exponen los resultados relativos al desempeño científico de los investigadores analizados desde una perspectiva individual (nivel micro).

### 4.1. Datos generales de la producción científica: análisis meso

En el periodo de estudio (1994-2004) los investigadores de las tres áreas publicaron un total de 24982 documentos, el 15% de los cuales (3635) fueron realizados fuera del CSIC, y de ellos 1577 (43%) fueron realizados en el extranjero, de los cuales 811 son de Biología y Biomedicina (51%), 426 de Ciencia de Materiales (27%) y 340 de Recursos Naturales (22%). Así, el 8,7% de los documentos de Biología y Biomedicina se realizaron desde el extranjero, frente al 5,6% de Recursos Naturales y el 4,4% de Ciencia de Materiales.

En la Figura 4.1 se presenta el número total de documentos de cada área así como el solapamiento entre ellas, que viene determinada por la colaboración entre investigadores de distintas áreas. El mayor solapamiento se produce entre Ciencia de Materiales y Recursos Naturales (52 documentos en colaboración entre investigadores de ambas áreas), seguidos de Recursos Naturales y Biología y Biomedicina (32 documentos en colaboración).

Figura 4.1. Solapamiento de la producción entre áreas



Existe por tanto un grado de solapamiento muy bajo entre las tres áreas lo que pone de manifiesto su relativa independencia y orientación diferenciada.

#### 4.1.1. Valores absolutos y evolución temporal de los indicadores

En este apartado se analiza la evolución temporal de los documentos, su impacto y la visibilidad de sus revistas de publicación.

##### 4.1.1.1. Número de documentos y su evolución temporal

Se presenta la evolución del número de documentos en las tres áreas científicas, empleando como marco de referencia la producción total del CSIC y de España en esos mismos años (Tabla 4.1).

Tabla 4.1. Evolución temporal del número de documentos: periodo 1994-2004

Áreas	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Total	Incr
Biol. y Biomed.	668	730	769	886	925	938	857	876	922	923	824	9318	23
CC. Materiales	699	742	814	897	892	968	883	978	1040	899	848	9660	21
Rec. Naturales	416	457	493	523	554	600	582	621	626	655	575	6102	38
Tot. España	16856	19092	20980	22915	24907	26252	26511	27711	29950	30985	28524	274683	69
Total CSIC	3040	3326	3821	4143	4372	4599	4805	5074	5352	5431	5083	49046	67
%CSIC vs España	18,04	17,42	18,21	18,08	17,55	17,52	18,12	18,31	17,87	17,53	17,82	17,86	
<b>%Áreas vs CSIC</b>													
%Biol. y Biomed.	21,97	21,95	20,13	21,39	21,16	20,4	17,84	17,26	17,23	17,00	16,21	19,00	
%CC. Materiales	22,99	22,31	21,30	21,65	20,4	21,05	18,38	19,27	19,43	16,55	16,68	19,70	
%Rec. Naturales	13,68	13,74	12,9	12,62	12,67	13,05	12,11	12,24	11,7	12,06	11,31	12,44	
<b>%Áreas vs España</b>													
%Biol. y Biomed.	3,96	3,82	3,67	3,87	3,71	3,57	3,23	3,16	3,08	2,98	2,89	3,39	
%CC. Materiales	4,15	3,89	3,88	3,91	3,58	3,69	3,33	3,53	3,47	2,90	2,97	3,52	
%Rec. Naturales	2,47	2,39	2,35	2,28	2,22	2,29	2,2	2,24	2,09	2,11	2,02	2,22	

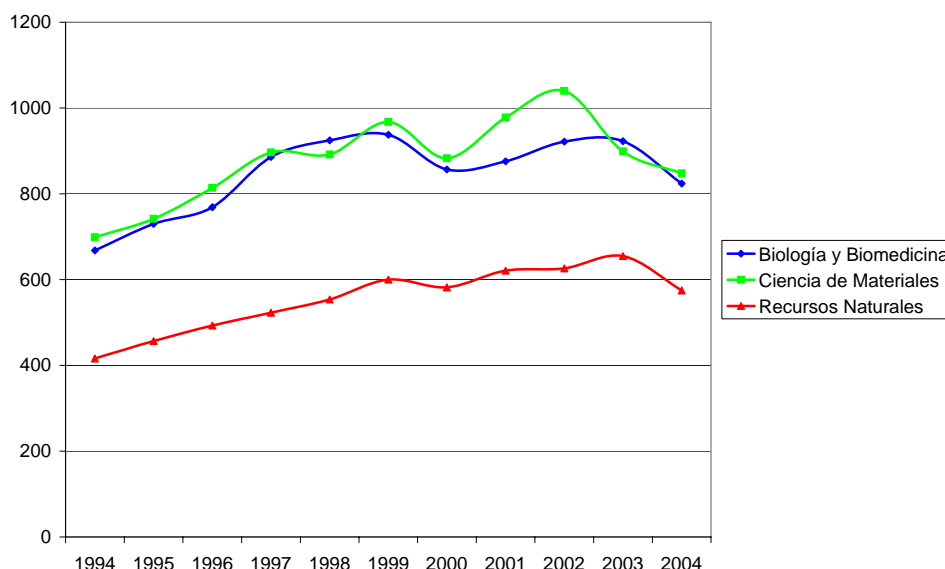
La producción del CSIC representa casi el 18% de la producción científica española, mientras que la producción de las áreas representa entre el 2,22% (Recursos Naturales) y el 3,52% (Ciencia de Materiales) de la producción española en el *Web of Science* y entre el 12% (Recursos Naturales) y el 20% (Ciencia de Materiales) de la producción total del CSIC.

La Tabla 4.1 muestra como tanto la producción española como la de las tres áreas estudiadas presentan un crecimiento sostenido en el periodo analizado (1994-2004). Se comprueba, no obstante, que la tasa de incremento del conjunto de España (69%) es similar a la observada para el conjunto del CSIC (67%) y superior a la de las tres áreas analizadas. En concreto, Recursos Naturales alcanza la mayor tasa de incremento (38%) y Ciencia de Materiales la menor (21%).

Los documentos de las tres áreas muestran una evolución creciente prácticamente durante todo el periodo (la caída del último año se atribuye al retraso en la introducción de documentos en la base de datos *Web of Science*)

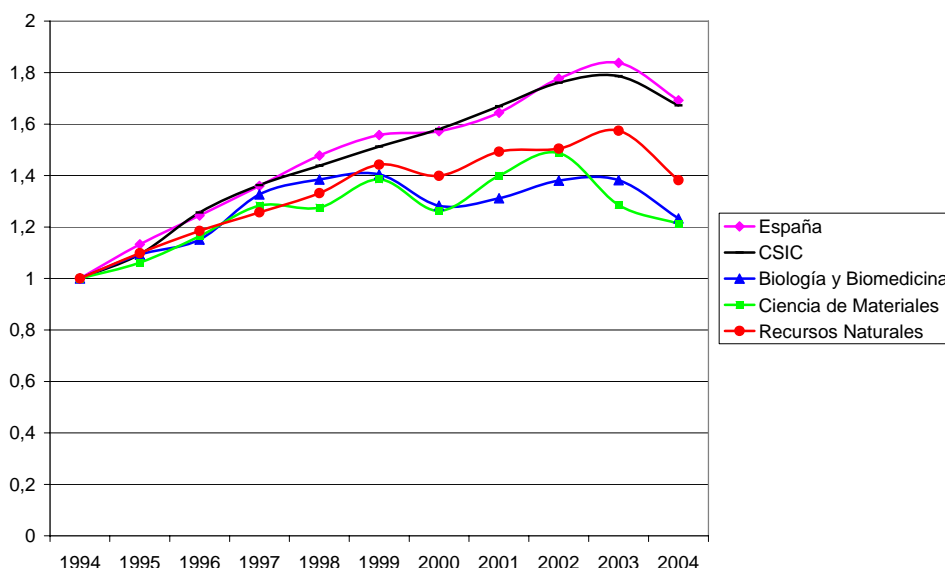
(Figura 4.2). El mayor incremento de la producción de las tres áreas se da en los años 1994-1999, detectándose luego cierto estancamiento, especialmente en Biología y Biomedicina y Ciencia de Materiales, con mayores fluctuaciones en la producción a partir de esa fecha.

Figura 4.2. Evolución del número de documentos en las tres áreas analizadas



Para analizar pormenorizadamente el crecimiento de la producción, se han obtenido los números índice de su evolución (Figura 4.3).

Figura 4.3. Evolución de la producción científica en las tres áreas analizadas, el conjunto del CSIC y España



El crecimiento de la producción total del CSIC y el conjunto de España es paralelo y superior al de las tres áreas analizadas. Recursos Naturales es el área que más ha crecido en el periodo analizado, mientras que Biología y Biomedicina y Ciencia de Materiales muestran crecimientos muy similares y



prácticamente paralelos, destacando una vez más cierto estancamiento a partir del año 1999.

#### 4.1.1.2. Número de citas y su evolución temporal

El número absoluto de citas y su evolución anual se muestran en la Tabla 4.2. En este caso se usa la ventana de citación variable para cada año, es decir, que para los documentos del año 1994 la ventana de citación incluye desde 1994 a 2004 (11 años), mientras que para los documentos de 1995 la ventana comprende desde 1995 a 2004 (10 años), etc. Por lo tanto no debe sorprender la evolución decreciente con los años del número de citas.

Tabla 4.2. Evolución temporal de número total de citas (ventana variable):  
periodo 1994-2004

Áreas	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Total
Biol. y Biomed.	23401	23621	22351	26317	26126	20379	16912	13834	9054	5931	1773	189699
CC. Materiales	8574	9831	10775	9944	9656	8879	7826	6513	5049	2592	907	80546
Rec. Naturales	7328	7256	7194	6903	6656	6575	5215	4527	3114	1595	577	56940
Tot. España	209924	215890	231677	239811	239839	232421	210683	174668	137062	82458	31232	2005665
Total CSIC	39282	40606	40220	43070	42378	35690	29936	24831	17191	10089	3242	326535
%CSIC vs España	18,71	18,81	17,36	17,96	17,67	15,36	14,21	14,22	12,54	12,24	10,38	16,28
<b>%Áreas vs CSIC</b>												
%Biol. y Biomed.	59,57	58,17	55,57	61,1	61,65	57,1	56,49	55,71	52,67	58,79	54,69	58,09
%CC. Materiales	21,83	24,21	26,79	23,09	22,79	24,88	26,14	26,23	29,37	25,69	27,98	24,67
%Rec. Naturales	18,65	17,87	17,89	16,03	15,71	18,42	17,42	18,23	18,11	15,81	17,8	17,44
<b>%Áreas vs España</b>												
%Biol. y Biomed.	11,15	10,94	9,65	10,97	10,89	8,77	8,03	7,92	6,61	7,19	5,68	9,46
%CC. Materiales	4,08	4,55	4,65	4,15	4,03	3,82	3,71	3,73	3,68	3,14	2,9	4,02
%Rec. Naturales	3,49	3,36	3,11	2,88	2,78	2,83	2,48	2,59	2,27	1,93	1,85	2,84

El porcentaje de citas que recibe el CSIC en su conjunto y las áreas analizadas en particular con respecto a España ha disminuido en los últimos años. En este sentido, el CSIC ha pasado de recibir el 19% de las citas españolas en 1994 al 10% en 2004. Los documentos de Biología y Biomedicina recibían el 11% de las citas españolas en 1994 y representan el 6% en 2004; y la misma tendencia se observa en Ciencia de Materiales y Recursos Naturales. Dentro del CSIC, Biología y Biomedicina y Recursos Naturales han disminuido ligeramente su contribución al total de citas recibidas por el CSIC, mientras que Ciencia de Materiales la ha aumentado, pasando de aportar el 22% en 1994 al 28% en 2004.

A pesar del descenso observado en el peso de los documentos y las citas de los investigadores del CSIC en el conjunto de la producción española, comparando las Tablas 4.1 y 4.2, se observa como su contribución relativa al

total de las citas de España es superior a su contribución a la producción. Así, Biología y Biomedicina aporta el 3,39% de los documentos españoles, pero recibe el 9,46% de las citas españolas; Ciencia de Materiales produce el 3,52% de los documentos españoles y proporciona el 4,02% de las citas; y Recursos Naturales con el 2,22% de los documentos españoles recibe el 2,84% de las citas españolas. Es decir, los documentos realizados por los investigadores objeto de estudio presentan un ratio de citas por documento más alto que el promedio del país. Esto, en cambio, no se observa para el conjunto del CSIC ya que produce el 17,86% de los documentos españoles, pero únicamente recibe el 16,28% de las citas del país.

En la Tabla 4.3 se muestra la evolución temporal de las citas en cada una de las tres áreas analizadas considerando una ventana de citación de 3 años. Se observa una tendencia ascendente en el número de citas, especialmente importante en Recursos Naturales.

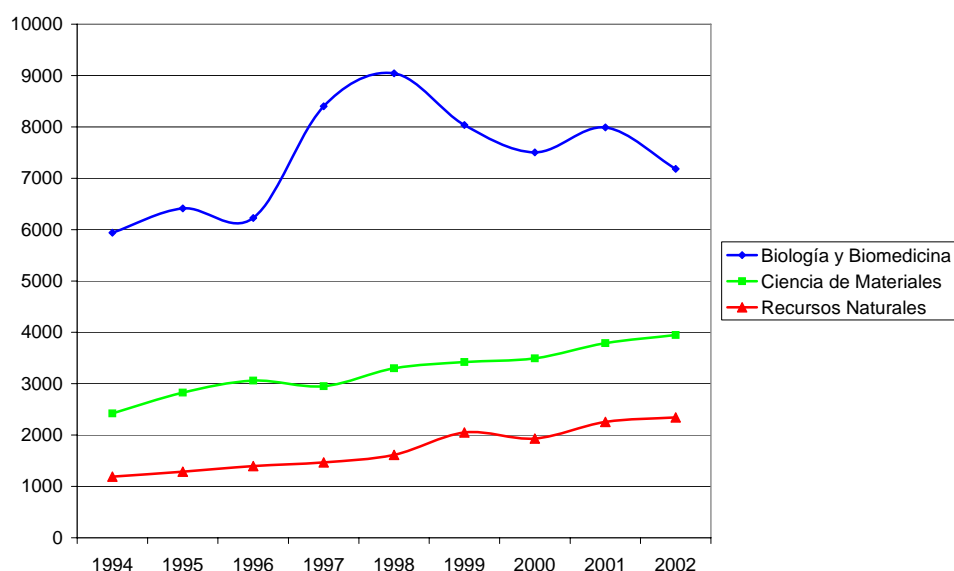
Tabla 4.3. Evolución temporal del número de citas (V3): periodo 1994-2002

Área	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Total	Incr
Biol. y Biomed.	5940	6414	6226	8403	9044	8037	7504	7990	7185	66743	21
CC. Materiales	2421	2825	3060	2949	3299	3420	3492	3788	3946	29200	63
Rec. Naturales	1190	1286	1397	1468	1615	2049	1933	2254	2344	15536	97

Nota: V3=ventana de citación de 3 años

En la Figura 4.4 se comprueba como el crecimiento de las citas (V3) es positivo y uniforme a lo largo de los años en Ciencia de Materiales y Recursos Naturales. En el caso de Biología y Biomedicina esta tendencia no es tan uniforme, y existen oscilaciones, alcanzándose un máximo en 1998, y notándose un ligero descenso posterior.

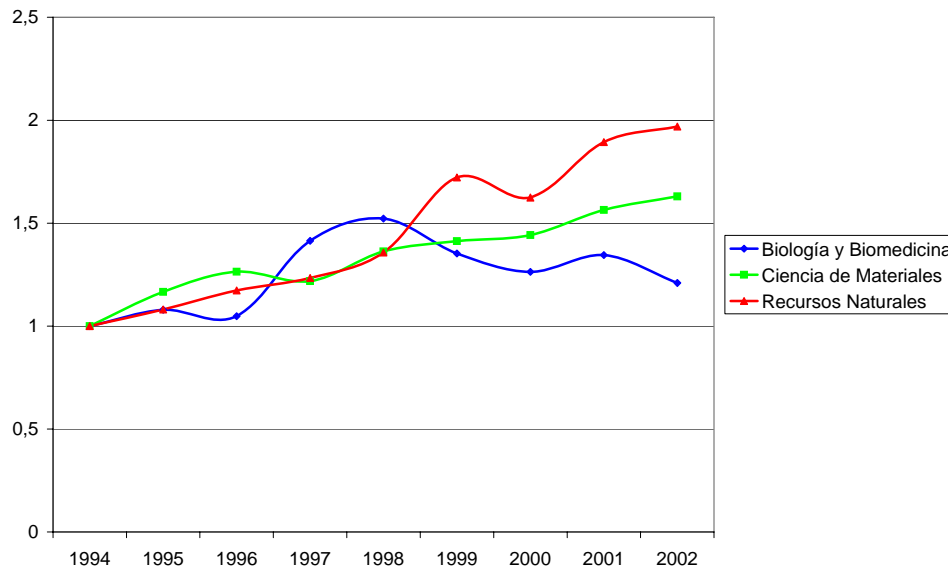
Figura 4.4. Evolución de las citas (V3) por área científica: periodo 1994-2002



En la Figura 4.5 se presentan los números índices del crecimiento de citas para las tres áreas. Se observa que la producción de Biología y Biomedicina alcanza el máximo de citas en los años 1997-1998. También se corrobora cómo el área

de Recursos Naturales es la que más crece en citas, especialmente a partir de 1998, lo cual es consistente con el hecho de que también es la que más crece en número de documentos.

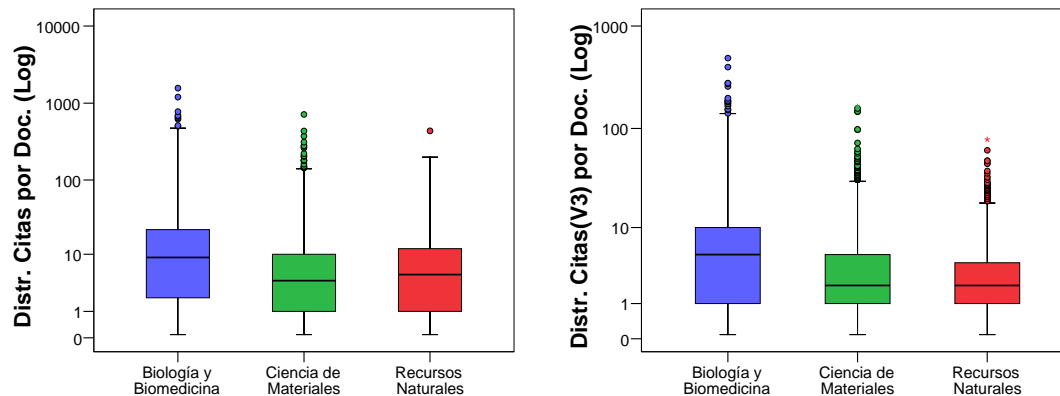
Figura 4.5. Evolución de las citas (V3) por área científica: periodo 1994-2002 (Índices de variación con año base=1994)



#### 4.1.1.3. Ratio de citas por documento

La distribución del número de citas por documento en las tres áreas se presenta en la Figura 4.6, utilizando la ventana variable de citación (figura de la izquierda) y la ventana de tres años (figura de la derecha).

Figura 4.6. Distribución del número de citas por documento en las tres áreas



Se advierte como los documentos de Biología y Biomedicina presentan un mayor número de citas por documento que las otras dos áreas ( $p < 0,000$ ) en ambos casos. Entre Ciencia de Materiales y Recursos Naturales también se han encontrado diferencias significativas ( $p < 0,05$ ), pero Recursos Naturales presenta más citas por documento cuando se considera el total de citas, y Ciencia de Materiales muestra más citas por documento cuando se considera la ventana de 3 años. Esto se debe a la mayor vida media de los documentos de Recursos Naturales, que necesitan más tiempo para obtener sus niveles

óptimos de citación y, en consecuencia, se ven beneficiados por la ventana variable.

La Tabla 4.4 presenta la evolución temporal del ratio de citas por documento en las tres áreas, considerando una ventana de citación de 3 años. Biología y Biomedicina es el área con mayor ratio de citas por documento, pero presenta una tasa de incremento negativa, mientras que las otras dos áreas tienen incrementos positivos, sobre todo en Recursos Naturales.

Tabla 4.4. Evolución ratio de citas (V3) por documento: periodo 1994-2002

Áreas	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Incr
Biol. y Biomed.	8,91	8,79	8,10	9,49	<b>9,83</b>	8,57	8,76	9,14	7,80	-12
CC. Materiales	3,46	3,82	3,78	3,29	3,70	3,56	<b>3,95</b>	3,87	3,80	10
Rec. Naturales	2,86	2,81	2,84	2,81	2,94	3,42	3,32	3,64	<b>3,74</b>	31

Nota: V3= Ventana de citación de 3 años.

En la Figura 4.7 se muestra la evolución del ratio de citas (V3) por documento, expresado a través de números índice en la Figura 4.8. Se ve como efectivamente los documentos de Biología y Biomedicina, presentan los ratios de citas por documento más altos de las tres áreas, aunque con un estancamiento (e incluso un descenso) en los últimos años. Por su parte, Ciencia de Materiales y Recursos Naturales presentan un ligero incremento a lo largo del periodo.

Figura 4.7. Evolución del ratio de citas (V3) por documentos en las tres áreas

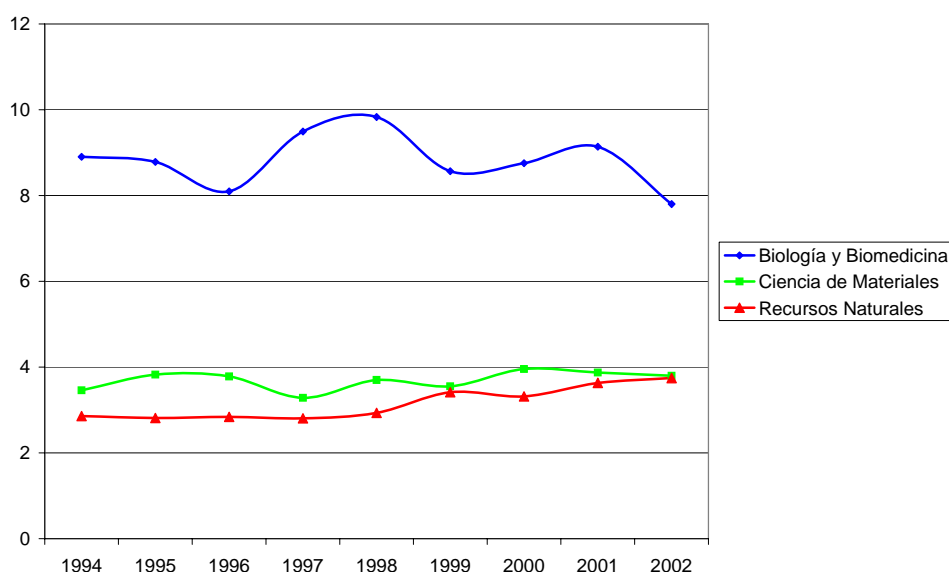
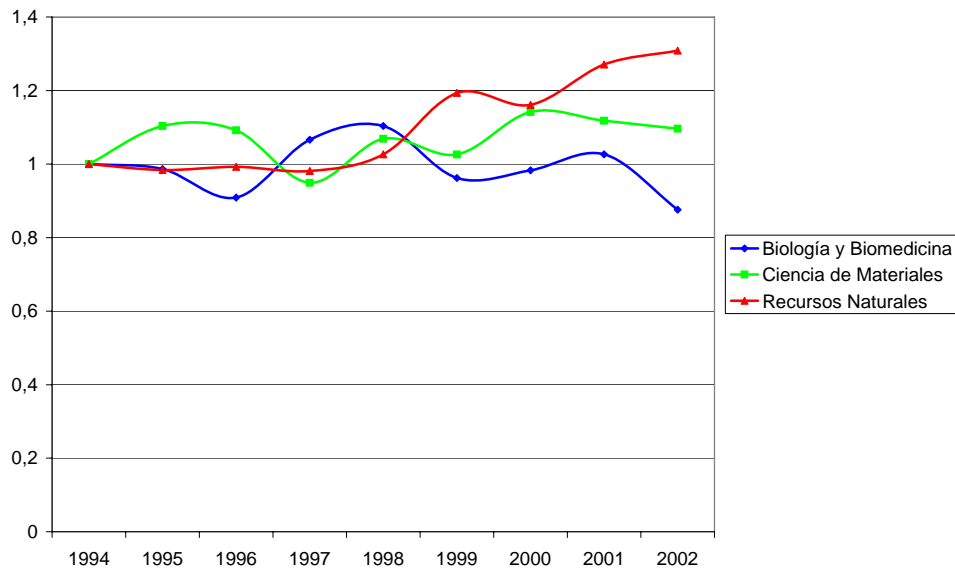


Figura 4.8. Evolución del ratio de citas (V3) por documento en las tres áreas  
(Índices de variación con año base=1994)



#### 4.1.1.4. Factor de Impacto de las revistas de publicación

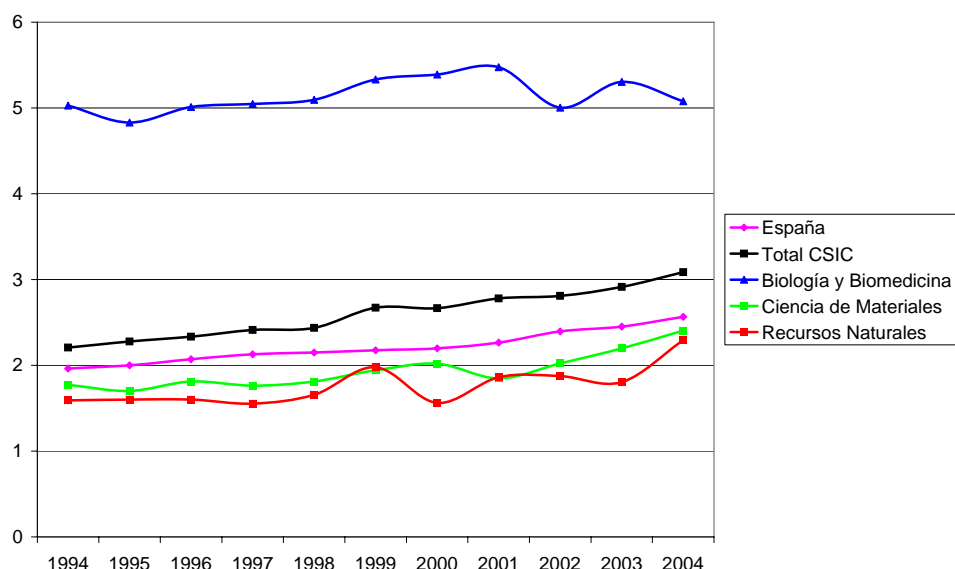
En la Tabla 4.5 se constata como el Factor de Impacto medio del CSIC aumenta más que el del conjunto de España. Considerando las tres áreas objeto de estudio, el mayor incremento corresponde a Recursos Naturales y el menor a Biología y Biomedicina.

Tabla 4.5. Evolución del Factor de Impacto medio

Factor de Impacto	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Total	Incr
Biol. y Biomed.	5,027	4,832	5,012	5,046	5,096	5,332	5,390	5,476	5,004	5,304	5,079	5,155	1
CC. Materiales	1,774	1,703	1,813	1,765	1,813	1,941	2,020	1,848	2,022	2,199	2,405	1,944	36
Rec. Naturales	1,592	1,602	1,601	1,554	1,659	1,977	1,562	1,862	1,874	1,805	2,293	1,776	44
Total CSIC	2,208	2,279	2,334	2,413	2,437	2,673	2,668	2,782	2,811	2,914	3,085	2,646	40
Total España	1,963	2,001	2,071	2,130	2,150	2,177	2,198	2,265	2,397	2,452	2,567	2,250	31

La Figura 4.9 presenta la evolución temporal del Factor de Impacto medio de cada una de las tres áreas analizadas, el conjunto del CSIC y el total de España.

Figura 4.9. Evolución del Factor de Impacto medio de los documentos



Los documentos del área de Biología y Biomedicina presentan un Factor de Impacto más alto que las otras dos áreas. Sin embargo, dadas las diferencias entre disciplinas en sus hábitos de publicación y citación, no resulta recomendable realizar comparaciones de factor de impacto entre disciplinas, por lo que la figura 4.9 es sobre todo útil para analizar tendencias temporales. Para la comparación entre áreas es necesario acudir a indicadores normalizados como la posición normalizada que se analiza en la siguiente sección.

#### 4.1.1.5. Posición Normalizada de las revistas de publicación

Teniendo en cuenta los datos anteriores, es necesario estudiar la Posición Normalizada de los documentos, que permite realizar comparaciones entre áreas y comprobar si el incremento observado en el Factor de Impacto medio se corresponde con una mayor tendencia a publicar en las mejores revistas de sus áreas de investigación o si por el contrario se debe a un crecimiento coyuntural del Factor de Impacto de las revistas (Biglu, 2008).

En la Tabla 4.6 se analiza la Posición Normalizada de las revistas de publicación, mostrándose datos relativos al CSIC y al total del país como elementos de referencia (Tabla 4.6).

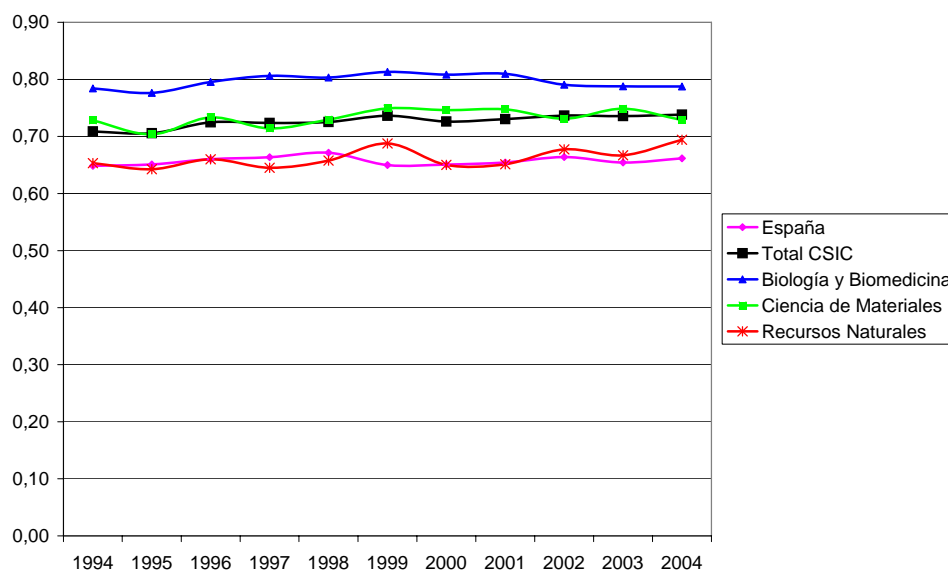
Tabla 4.6. Evolución de la Posición Normalizada media

Posición Normalizada	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Total	Incr
Biol. y Biomed.	0,78	0,78	0,80	0,81	0,80	0,81	0,81	0,81	0,79	0,79	0,79	0,80	0
CC. Materiales	0,73	0,70	0,73	0,71	0,73	0,75	0,75	0,75	0,73	0,75	0,73	0,73	0
Rec. Naturales	0,65	0,64	0,66	0,65	0,66	0,69	0,65	0,65	0,68	0,67	0,69	0,66	6
Total CSIC	0,71	0,71	0,72	0,72	0,73	0,74	0,73	0,73	0,74	0,74	0,74	0,73	4
España	0,65	0,65	0,66	0,66	0,67	0,65	0,65	0,65	0,66	0,65	0,66	0,66	2

La Posición Normalizada media de las revistas de publicación de los documentos españoles en general y del CSIC en particular presenta una ligera tendencia ascendente a lo largo del periodo (1994-2004). En lo que respecta a las tres áreas analizadas, el mayor incremento corresponde a Recursos Naturales.

La Figura 4.10 presenta la evolución de la Posición Normalizada media de los documentos de España, el CSIC y las tres áreas.

Figura 4.10. Evolución de la Posición Normalizada media de los documentos



Hay que destacar que el área que presenta la Posición Normalizada más alta durante todo el periodo es Biología y Biomedicina, seguida de Ciencia de Materiales, con valores similares a los del conjunto del CSIC, y finalmente Recursos Naturales, cuya Posición Normalizada media es muy similar a la de los documentos del conjunto de España.

#### 4.1.1.6. Número de referencias por documento

Con el fin de detectar posibles diferencias entre áreas en el uso o consumo de información por parte de los investigadores, se plantea el análisis de la bibliografía utilizada en sus documentos a través del indicador "número de referencias por documento".

Tabla 4.7. Evolución del número medio de referencias por documento

Referencias/ Doc.	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Total	Incr
Biol. y Biomed.	38,82	36,97	36,64	38,02	40,23	38,57	41,75	43,46	41,9	44,54	43,79	40,55	13
CC. Materiales	21,77	22,79	24,05	23,90	24,52	23,43	25,51	25,97	25,78	27,40	27,00	24,84	24
Rec. Naturales	31,39	33,48	34,1	35,67	37,57	38,81	40,13	39,56	40,27	40,88	41,68	37,99	33

Existe una tendencia ascendente en el número de referencias por documento en las tres áreas, siendo más acusado este aumento en Recursos Naturales (Figura 4.12). En Biología y Biomedicina se observa el mayor número de referencias por documento, seguida de Recursos Naturales y Ciencia de Materiales (Figura 4.11), siendo las diferencias estadísticamente significativas entre las tres áreas ( $p < 0,000$ ).

Figura 4.11. Distribución del número de referencias por documento en las tres áreas

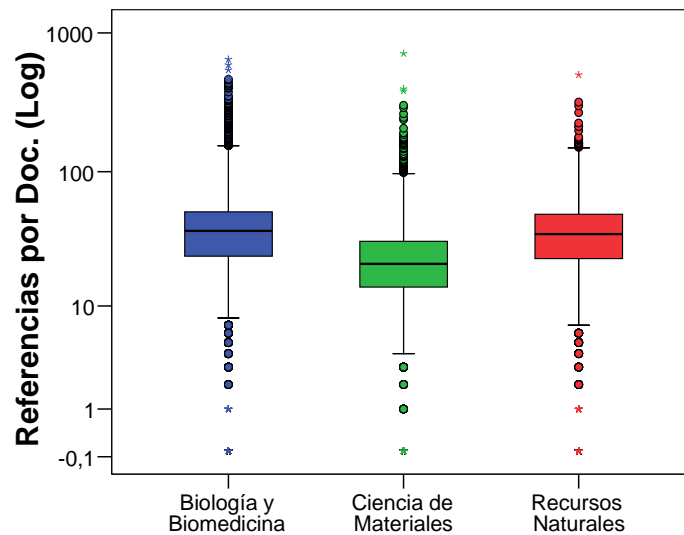
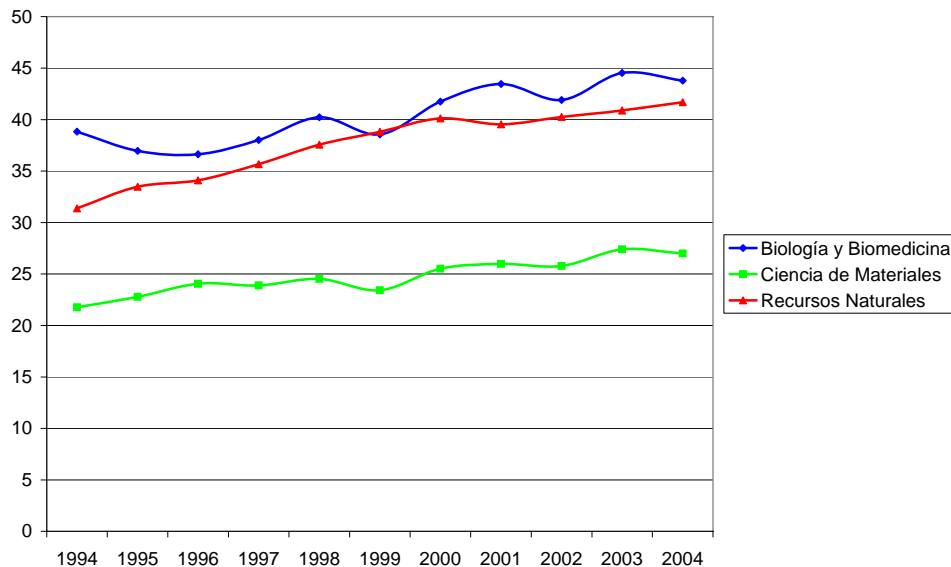


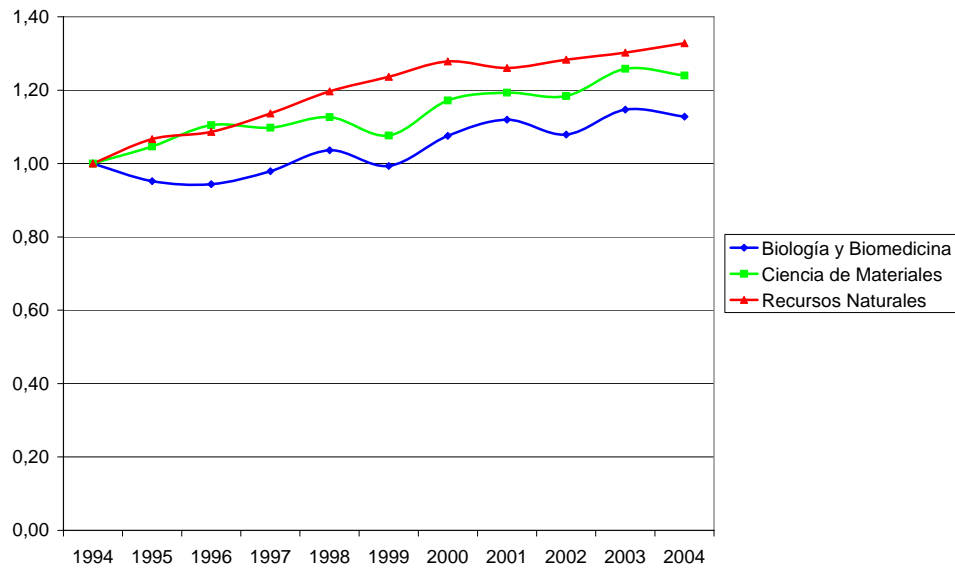
Figura 4.12. Evolución del número de referencias por documento en las tres áreas



Recursos Naturales presenta el mayor incremento en el número de referencias por documento a lo largo de todo el periodo, seguido de Ciencia de Materiales y Biología y Biomedicina (Figura 4.13).



Figura 4.13. Evolución del número de referencias por documento en las tres áreas  
(Índices de variación con año base=1994)



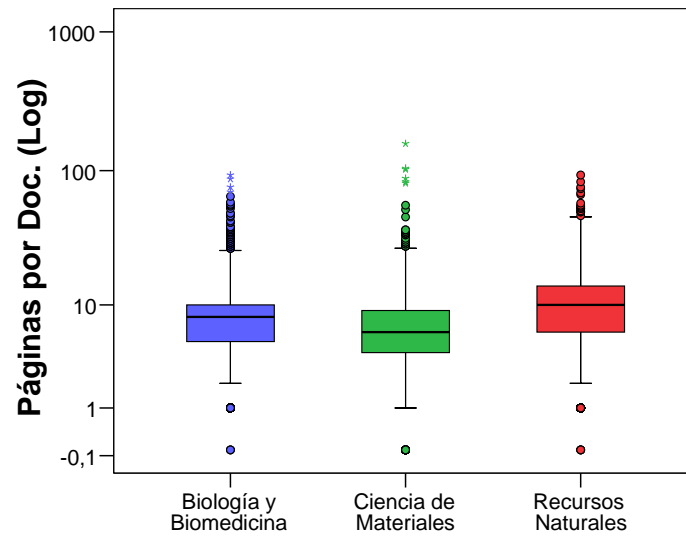
#### 4.1.1.7. Número de páginas por documento

Tabla 4.8. Evolución del número de páginas por documento

Páginas/ Doc.	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Total	Incr
Biol. y Biomed.	7,90	7,65	7,65	7,85	7,89	8,06	8,19	8,67	8,39	8,91	8,84	8,20	12
CC. Materiales	6,52	6,90	7,09	7,05	7,00	6,83	7,41	7,13	7,08	7,33	7,30	7,07	12
Rec. Naturales	10,81	9,87	9,72	10,18	10,81	11,60	10,97	10,69	11,36	11,19	10,81	10,78	0

En la Tabla 4.8 se muestra la evolución del número medio de páginas por documento que difiere sensiblemente de unas áreas a otras a lo largo del periodo. El área de Recursos Naturales muestra los mayores valores aunque también el menor incremento a lo largo del tiempo, seguida de Biología y Biomedicina y Ciencia de Materiales, con diferencias estadísticamente significativas entre las tres áreas ( $p < 0,000$ ) (Figura 4.14).

Figura 4.14. Distribución del número de páginas por documento en las tres áreas



La evolución temporal del número de páginas por documento en las tres áreas se presenta en la Figura 4.15. En este caso, Recursos Naturales ofrece los ratios de páginas por documento más altos durante todo el periodo aunque con cierta estabilización a partir de 1998, seguida de Biología y Biomedicina y Ciencia de Materiales.

Figura 4.15. Evolución del número de páginas por documento en las tres áreas

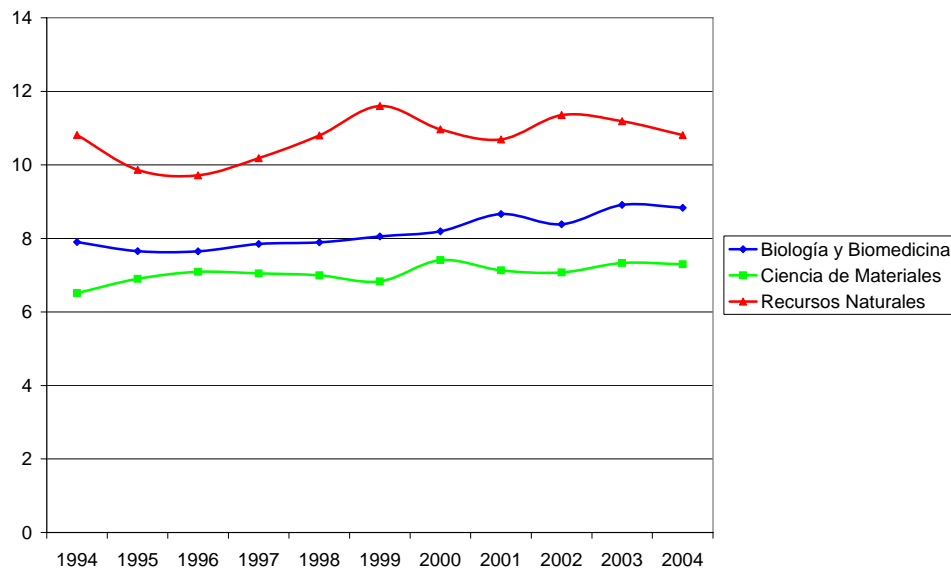
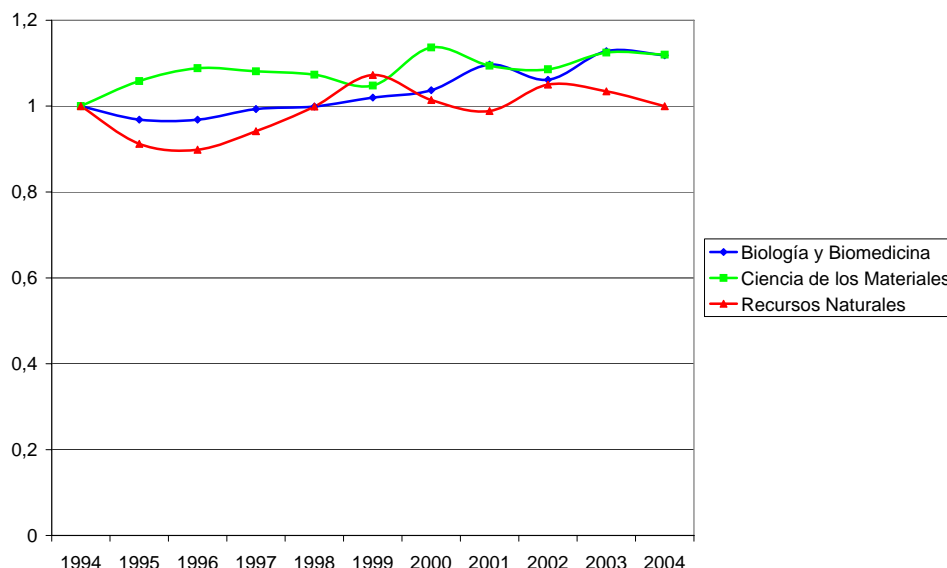


Figura 4.16. Evolución del número de páginas por documento para las tres áreas  
(Índices de variación con año base=1994)



La evolución del número de páginas por documento a través de números índice se muestra en la Figura 4.16. Ciencia de Materiales y Biología y Biomedicina presentan crecimientos muy similares, siendo la primera la que más ha crecido a lo largo de periodo, aunque en los últimos años del estudio se ha visto igualada en crecimiento por Biología y Biomedicina. Recursos Naturales apenas presenta crecimiento a lo largo del periodo.

#### 4.1.1.8. Tipos documentales

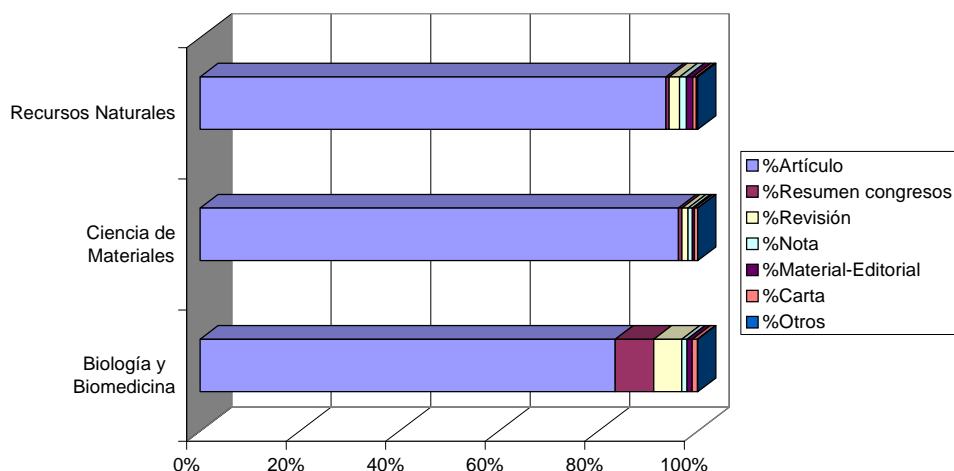
Se presenta un análisis de la distribución de la producción según los tipos documentales en cada una de las áreas analizadas (Tabla 4.9).

Tabla 4.9. Distribución de la producción por tipos documentales

Área Personal	Total Docs	%Artículo	%Resumen congresos	%Revisión	%Nota	%Material-Editorial	%Carta	%Otros
Biol. y Biomed.	9318	83,43	7,71	5,63	1,08	1,03	1,06	0,05
CC. Materiales	9660	96,09	0,72	1,21	0,89	0,41	0,64	0,03
Rec. Naturales	6102	93,59	0,67	2,06	1,38	1,29	0,72	0,28

El Artículo es el tipo documental predominante en las tres áreas científicas. Sin embargo, proporcionalmente el área de Biología y Biomedicina presenta menos artículos y más resúmenes de congresos y revisiones que las otras dos áreas. Este aspecto es interesante dado que este último tipo documental es el que más citas recibe (Aksnes, 2006). Esta particularidad se observa también en la Figura 4.17.

Figura 4.17. Distribución de los tipos documentales por áreas



#### 4.1.1.9. Idioma de los documentos

El análisis del idioma de publicación de los documentos permite observar el predominio del inglés, lo que se explica por la orientación internacional de la base de datos *Web of Science* (Tabla 4.10).

Tabla 4.10. Distribución de los idiomas de publicación de los documentos por áreas

Idiomas	Total	%Inglés	%Español	%Francés	%Chino	%Alemán
Biol. y Biomed.	11889	99,02	0,93	0,05	0,00	0,00
CC. Materiales	15643	96,75	3,19	0,04	0,01	0,00
Rec. Naturales	8435	98,77	0,64	0,58	0,00	0,01

Destaca el mayor porcentaje de documentos en español en el área de Ciencia de Materiales (3,19% vs 1% en las otras dos áreas).

#### 4.1.1.10. Revistas de publicación

En esta sección se analizan los datos relativos a las revistas de publicación utilizadas por los investigadores en cada una de las tres áreas analizadas (Tabla 4.11). Se presenta el número total de revistas de publicación, el número de revistas que son necesarias para recoger el 30% de los documentos, el ratio medio de documentos por revista, el número de disciplinas JCR en las que se clasifican dichas revistas, así como el número de revistas españolas y el número de documentos en las mismas.

Tabla 4.11. Tabla resumen de datos generales de distribución por revistas de la producción de las áreas analizadas

Área	N. Docs.	N. Revistas	N. Rev (30% docs.)	Docs. por Revista	N. Disciplinas JCR	N. Rev. Españolas	%Rev. Españolas	Docs Rev. Españolas	%Docs. Rev. Españolas
Biol. y Biomed.	9318	1187	22	7,85	126	15	1,26	123	1,32
CC. Materiales	9660	726	15	13,31	106	8	1,10	399	4,13
Rec. Naturales	6102	925	39	6,60	144	12	1,30	184	3,02

La producción del área de Biología y Biomedicina es la que se distribuye entre un mayor número de revistas. No obstante, la producción de Recursos Naturales es la que muestra mayor dispersión por revistas (6,6 documentos por revista) y por disciplinas (144); mientras que Ciencia de Materiales presenta la mayor concentración (13 documentos por revista y 106 disciplinas). En lo que se refiere a la publicación de documentos en revistas españolas se detectan entre 8-15 títulos, según las áreas, que suponen el 1% del total de los títulos en cada área, y que publican entre el 1% (Biología y Biomedicina) y el 3-4% de los documentos (Recursos Naturales y Ciencia de Materiales).

En cuanto a la distribución de publicaciones por revista, en Biología y Biomedicina, 22 de ellas recogen alrededor del 30% de los artículos publicados en el área. En la Tabla Anexo 2.1 (Anexo 2) se observa como la principal revista es el *Journal of Biological Chemistry* bajo la cual se recoge alrededor del 6% de los documentos. Otras revistas destacadas son *FEBS Letters*, *Journal of Molecular Biology*, *Journal of Bacteriology*, *Journal of Virology* y *EMBO Journal*, cada una con alrededor del 2% de la producción. La presencia entre las principales revistas de publicación de la prestigiosa *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* (1,44%) pone de manifiesto el alto nivel de investigación de los científicos de esta área.

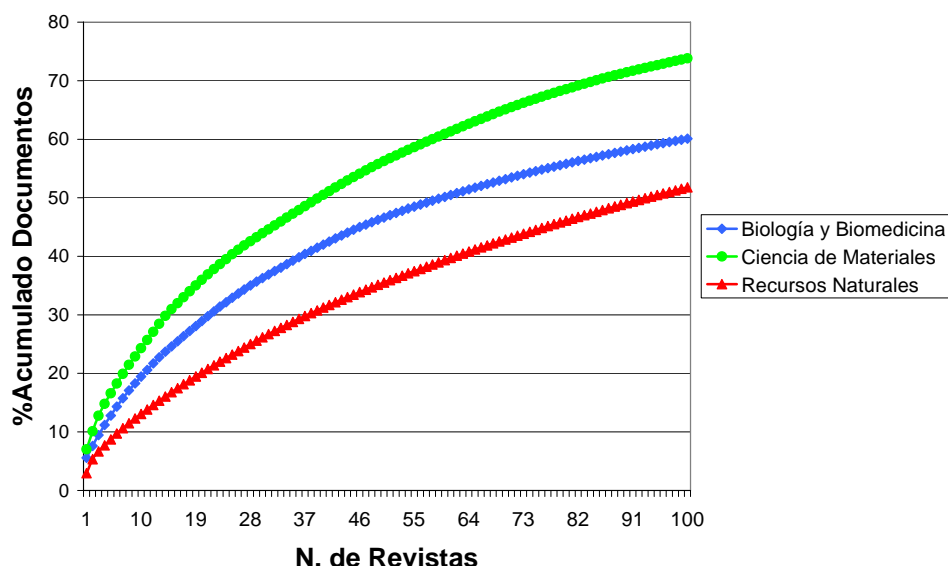
Ciencia de Materiales, con el mayor ratio de documentos por revista, presenta el nivel más alto de concentración de las tres áreas. De un total de 726 revistas, 15 recogen el 30% de la producción científica del área. La principal, *Physical Review B* (véase Tabla Anexo 2.2) con el 7% de los artículos, recoge más del doble de documentos que la segunda revista *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, la cual recoge el 3% de los documentos. En cuarta posición se encuentra el *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, con un 2% de la producción, lo que contribuye a explicar el mayor porcentaje de documentos en lengua española y en revistas españolas descrito para esta área.

En el caso de Recursos Naturales se observa una mayor dispersión de documentos por revistas que en las otras dos áreas (presenta el ratio de documentos por revista más bajo) necesitándose 39 revistas para recoger el 30% de la producción. Por otro lado, el hecho de que las revistas de los documentos de Recursos Naturales están clasificadas en más disciplinas JCR que el resto de áreas científicas pone de manifiesto su mayor interdisciplinariedad. Destaca notablemente que las primeras revistas son relativas a Ciencias del Mar, señalando la gran importancia que tiene este

campo dentro de esta área. La revista con más documentos es *Marine Ecology-Progress Series* (ver Tabla Anexo 2.3) que recoge un 3% de los documentos del área. *Scientia Marina*, que es una revista española (aunque publicada en inglés) recoge el 2% de la producción. También en este caso se publica en la prestigiosa revista *Nature* como una de las revistas más importantes de esta área, aunque en ella se recoge únicamente el 0,57% de la producción del área.

En la Figura 4.18 se presenta la distribución de documentos por revistas. Ciencia de Materiales es el área con la mayor concentración de documentos por revistas, dado que con 100 revistas se recoge más del 75% de la producción de esta área, mientras que con 100 revistas en Recursos Naturales se recoge poco más del 50% de su producción, reafirmando la mayor dispersión de la producción de Recursos Naturales, tanto en revistas como en disciplinas científicas.

Figura 4.18. Concentración de documentos por revistas para las tres áreas



#### 4.1.2. Actividad de las tres áreas en el contexto internacional

En este apartado se sitúa la actividad de los investigadores españoles en el contexto internacional a través de los indicadores CPP/JCSm, y CPP/FCSm, que consideran las citas recibidas por la producción de las áreas de análisis en relación con las correspondientes a sus revistas de publicación (JCSm) y a sus disciplinas científicas (FCSm).

Los resultados se presentan en bloques solapados de cuatro años, con la finalidad de ver una evolución a lo largo del tiempo y permitir a las publicaciones madurar en los sucesivos bloques de años, considerando todos los documentos hasta el último año analizado, tal y como sugieren van Leeuwen et al (2001).

#### 4.1.2.1. Densidad de citación de las revistas de publicación (JCSm)

En primer lugar se analiza la evolución temporal de la densidad de citación de las revistas de publicación de los documentos en las diferentes áreas. Asimismo también se presentan resultados relativos al conjunto de España como una referencia para posibles comparaciones (Tabla 4.12).

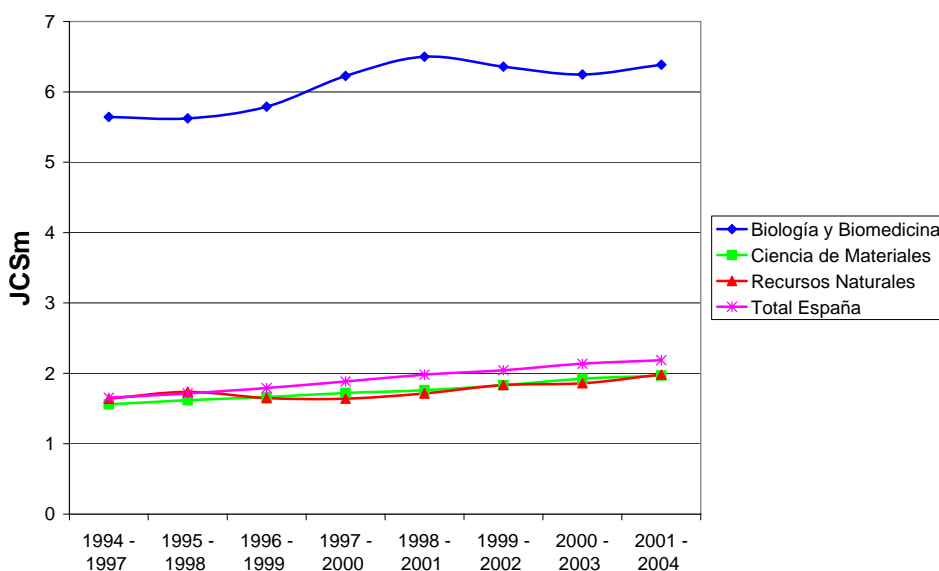
Tabla 4.12. Evolución del JCSm por áreas

JCSm	1994-1997	1995-1998	1996-1999	1997-2000	1998-2001	1999-2002	2000-2003	2001-2004	Incr
Biol. y Biomed.	5,64	5,62	5,79	6,23	6,5	6,36	6,25	6,39	13
CC. Materiales	1,56	1,62	1,66	1,72	1,76	1,83	1,92	1,97	26
Rec. Naturales	1,64	1,74	1,65	1,64	1,71	1,83	1,86	1,98	21
Toda España	1,65	1,71	1,79	1,88	1,98	2,04	2,14	2,19	32

Tanto en las tres áreas del CSIC como en el conjunto de España, se observa un incremento en la densidad de citación media de las revistas de publicación de los documentos. Entre las tres áreas, Ciencia de Materiales muestra el mayor incremento, aunque hay que destacar que ninguna supera el crecimiento observado para el conjunto de España.

En la Figura 4.19 se puede comprobar la alta densidad de citación de las revistas de Biología y Biomedicina, muy superior a la del resto de áreas del CSIC y del conjunto de España.

Figura 4.19. Evolución de JCSm por áreas



#### 4.1.2.2. Densidad de citación de las disciplinas de publicación (FCSm)

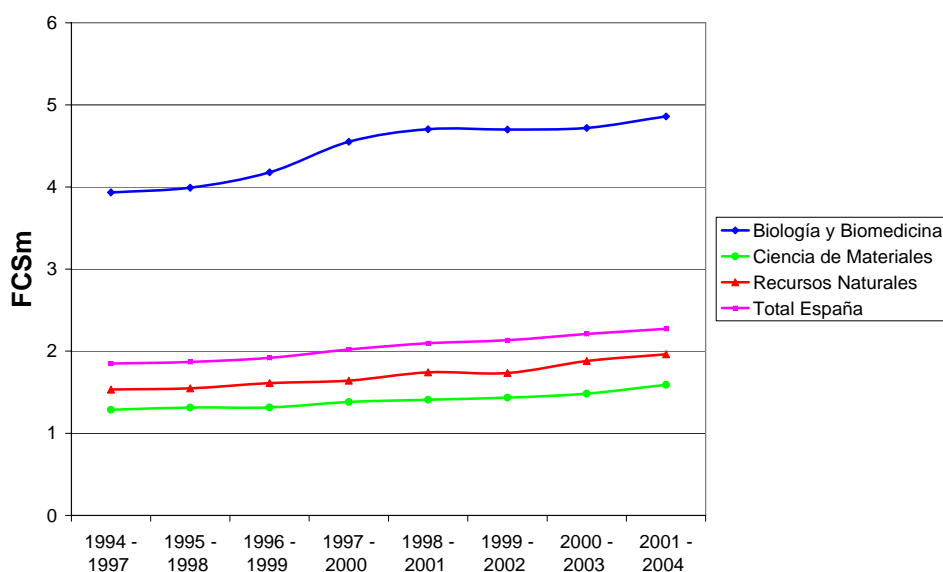
La densidad de citación de las disciplinas de publicación para las áreas analizadas y para el conjunto de España se muestra en la Tabla 4.13 y en la Figura 4.20.

Tabla 4.13. Evolución del FCSm por áreas

FCSm	1994 - 1997	1995 - 1998	1996 - 1999	1997 - 2000	1998 - 2001	1999 - 2002	2000 - 2003	2001 - 2004	Incr
Biol. y Biomed.	3,93	3,99	4,18	4,55	4,70	4,70	4,72	4,86	24
CC. Materiales	1,29	1,31	1,31	1,38	1,41	1,43	1,48	1,59	24
Rec. Naturales	1,53	1,55	1,61	1,64	1,74	1,73	1,88	1,96	28
Total España	1,85	1,87	1,92	2,02	2,10	2,13	2,21	2,27	23

Destaca Recursos Naturales como el área que más ha crecido en cuanto al FCSm. Biología y Biomedicina es nuevamente el área con más densidad de citación y Ciencia de Materiales presenta el FCSm más bajo durante todo el periodo.

Figura 4.20. Evolución del FCSm por áreas



#### 4.1.2.3. Impacto de los documentos con respecto a sus revistas de publicación (CPP/JCSm)

Este indicador muestra si el impacto de los documentos de las unidades de análisis está por encima o por debajo del impacto medio de sus revistas de publicación. En este sentido, un CPP/JCSm mayor de 1 indica que se reciben más citas que la media de las revista de publicación. La evolución de este indicador para los bloques de cuatro años se presenta en la Tabla 4.14 y en la Figura 4.21.

Tabla 4.14. Evolución del CPP/JCSm por áreas

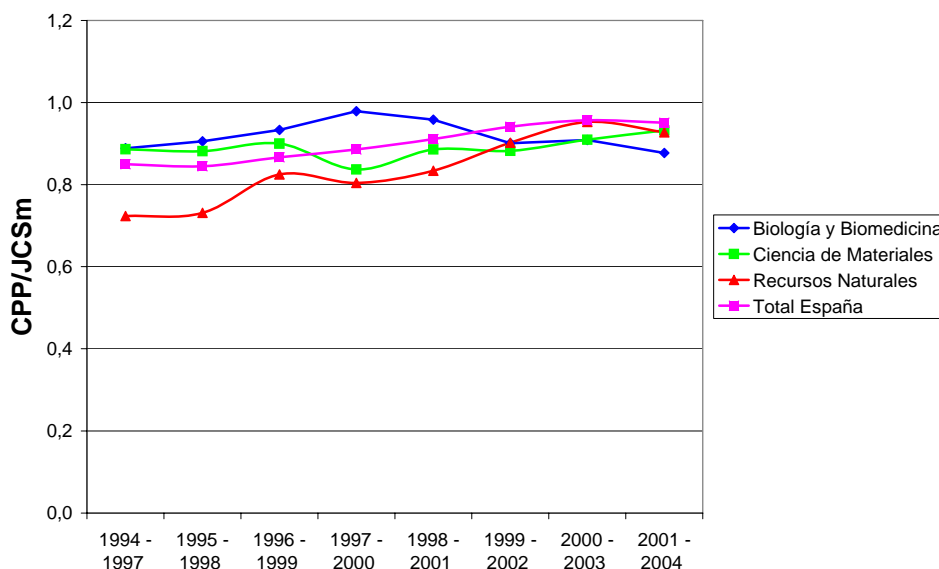
CPP/JCSm	1994 - 1997	1995 - 1998	1996 - 1999	1997 - 2000	1998 - 2001	1999 - 2002	2000 - 2003	2001 - 2004	Incr
Biol. y Biomed.	0,89	0,91	0,93	0,98	0,96	0,90	0,91	0,88	-1
CC. Materiales	0,89	0,88	0,90	0,84	0,89	0,88	0,91	0,93	5
Rec. Naturales	0,72	0,73	0,82	0,80	0,83	0,90	0,95	0,93	28
Total España	0,85	0,84	0,87	0,89	0,91	0,94	0,96	0,95	12

De acuerdo con la Tabla 4.14 se advierte que el área que más ha incrementado su impacto respecto a las revistas de publicación es Recursos Naturales. En



términos generales el CPP/JCSm de todas las áreas está cercano a 1 aunque no se alcanza este valor en ningún caso.

Figura 4.21. Evolución del CPP/JCSm por áreas



#### 4.1.2.4. Impacto de los documentos con respecto a sus disciplinas de publicación (CPP/FCSm)

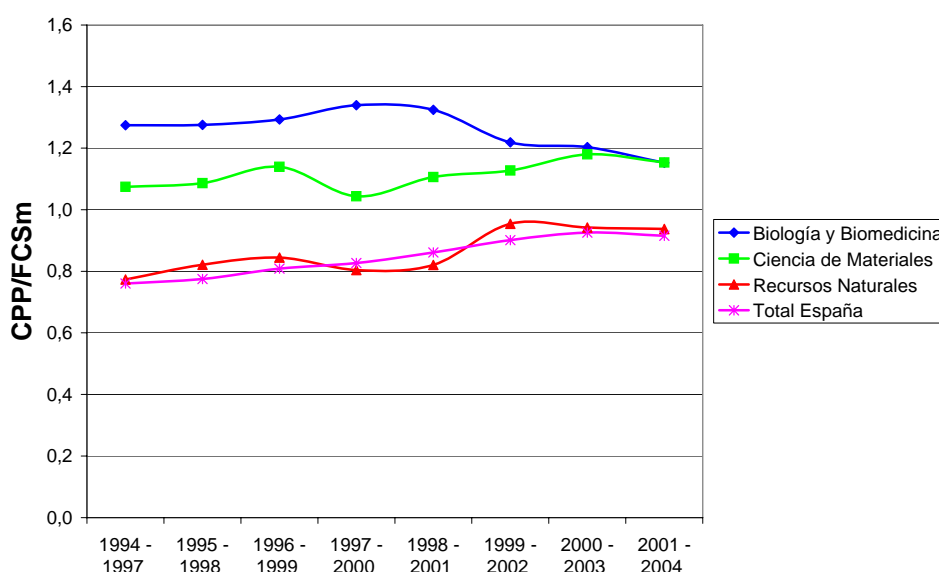
El CPP/FCSm es uno de los indicadores bibliométricos más importantes, conocido como el “*crown indicator*” por el CWTS (van Raan, 2004a). Este indicador ofrece una valoración del impacto de los documentos en el contexto de su disciplina de publicación, permitiendo por tanto comparaciones entre áreas. Los resultados se presentan en la Tabla 4.15.

Tabla 4.15. Evolución del CPP/FCSm por áreas

CPP/FCSm	1994 - 1997	1995 - 1998	1996 - 1999	1997 - 2000	1998 - 2001	1999 - 2002	2000 - 2003	2001 - 2004	Incr
Biol. y Biomed.	1,27	1,28	1,29	1,34	1,32	1,22	1,20	1,15	-10
CC. Materiales	1,07	1,09	1,14	1,04	1,11	1,13	1,18	1,15	7
Rec. Naturales	0,77	0,82	0,84	0,80	0,82	0,95	0,94	0,94	21
Total España	0,76	0,78	0,81	0,83	0,86	0,90	0,93	0,92	20

En este caso, destaca de forma importante Biología y Biomedicina que es el área que presenta el CPP/FCSm más alto, por encima del promedio internacional ( $>1$ ), aunque con un ligero descenso en los últimos años. Los documentos de Ciencia de Materiales también tienden a recibir más citas que el promedio de sus disciplinas de publicación a lo largo del periodo. Una vez más hay que destacar a Recursos Naturales como el área que más ha mejorado durante los últimos años, ya que ha experimentado el mayor incremento, aunque todavía se sitúa ligeramente por debajo del promedio internacional (CPP/FCSm=0,94). El conjunto de la producción española ha tenido una progresión muy importante durante los años del periodo de estudio situándose prácticamente a las puertas del nivel internacional (CPP/FCS=0,92).

Figura 4.22. Evolución del CPP/FCSm por áreas



En la Figura 4.22 se observa claramente la evolución del CPP/FCS en las tres áreas, mostrándose el descenso del área de Biología y Biomedicina en los últimos años. Hay que destacar que el área de Ciencia de Materiales presenta un incremento positivo a lo largo del tiempo a pesar de estar por encima del nivel internacional ( $CPP/FCSm > 1$ ).

#### 4.1.3. Distribución temática de la producción por Áreas Científicas

En este apartado se describe la distribución temática de los documentos de las diferentes áreas estudiadas. En este sentido, para la clasificación temática se ha tenido en cuenta la distribución en “*Subject Categories*” del *Journal Citation Reports* (también denominadas “Disciplinas ISI”) y una agrupación posterior de disciplinas JCR en grandes categorías temáticas basadas en la clasificación del *Current Contents* que se puede analizar en el Anexo 1.

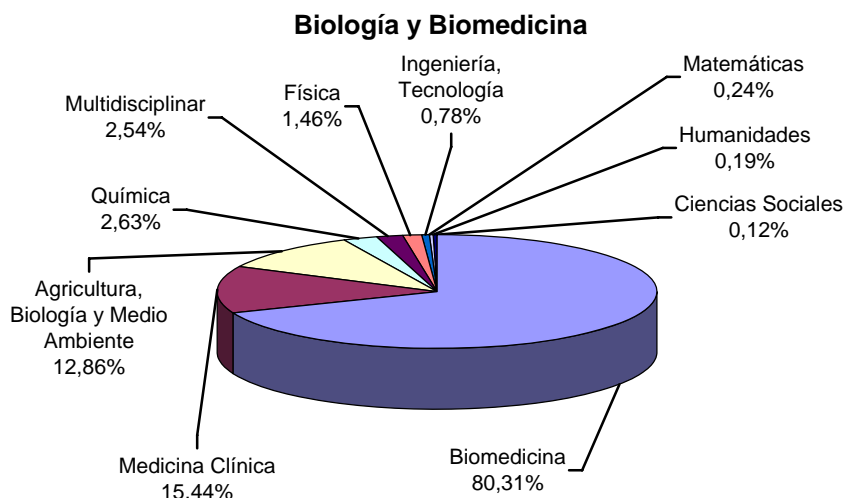
##### 4.1.3.1. Distribución temática de la producción en Biología y Biomedicina

En primer lugar se presenta la distribución temática para el área de Biología y Biomedicina. Se analizan las grandes categorías temáticas en las que se agrupan los documentos para posteriormente analizar la distribución en disciplinas JCR.

##### - Número de documentos

En la Figura 4.23 se presenta la distribución de los documentos entre las grandes categorías temáticas.

Figura 4.23. Distribución de la producción por grandes categorías temáticas:  
Biología y Biomedicina



Se aprecia como la producción de Biología y Biomedicina se agrupa principalmente en Biomedicina (80%), destacando a continuación Medicina Clínica (15%) y Agricultura, Biología y Medioambiente (13%). Es destacable el casi 3% de producción en la categoría Multidisciplinar.

En la Tabla 4.16. se presenta la distribución de documentos (evolución temporal, total, porcentajes y tasa de incremento) en las dos principales categorías temáticas. Se ha incluido también la categoría “Multidisciplinar” por su gran interés, dado que incluye publicaciones en revistas prestigiosas como *Nature* o *Science*.

Tabla 4.16. Evolución de la producción de Biología y Biomedicina por categorías temáticas

Categoría Temática	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Total	%	Incr
Biomedicina	554	588	628	731	750	756	694	693	730	738	621	7483	80,31	12
Medicina Clínica	78	99	95	132	137	155	131	124	152	165	171	1439	15,44	119
Multidisciplinar	26	20	27	27	24	20	25	18	15	20	15	237	2,54	-42

A lo largo de los años se observa una evolución creciente de la producción en Medicina Clínica, aunque esta sólo representa el 15% de la producción en el área. Destaca el 2,54% de producción en la categoría de Multidisciplinar aunque con el tiempo se observa un descenso de la producción en dicha categoría.

La Tabla 4.17 muestra el porcentaje que representa la producción de Biología y Biomedicina sobre el conjunto de la producción española en las principales categorías temáticas.

Tabla 4.17. Porcentaje de la producción de Biología y Biomedicina sobre el conjunto de España en las mismas categorías temáticas

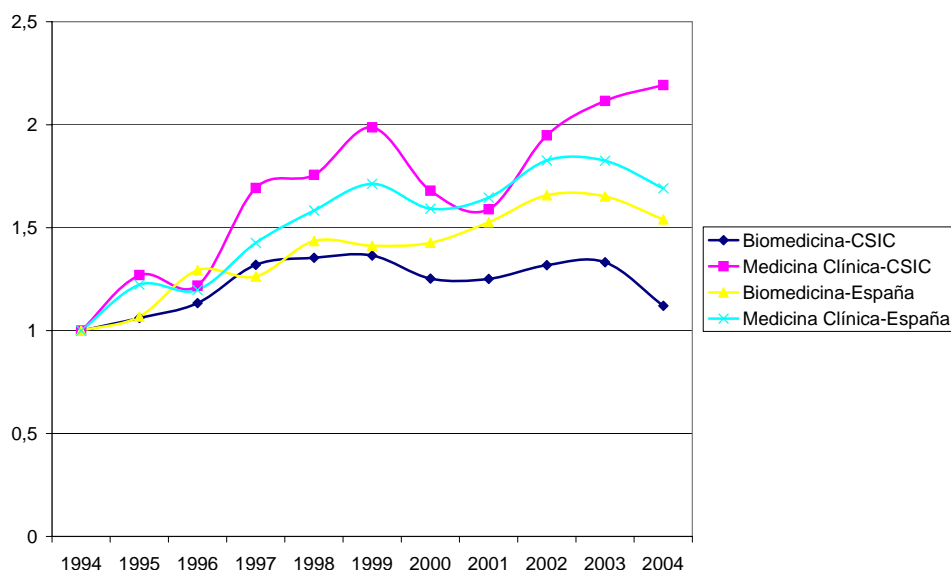
Categoría Temática	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Total	Incr
Biomedicina	13,12	13,03	11,49	13,71	12,37	12,67	11,52	10,75	10,43	10,58	9,54	11,60	-27
Medicina Clínica	1,70	1,76	1,73	2,01	1,88	1,97	1,79	1,64	1,81	1,97	2,20	1,87	29
Multidisciplinar	18,06	12,27	13,99	16,27	11,32	10,20	13,51	9,63	6,67	8,55	7,25	11,22	-60

Los investigadores de Biología y Biomedicina del CSIC producen alrededor del 12% de la producción científica española en Biomedicina en el total del periodo, pero su contribución a la misma ha descendido en los últimos años, pasando de representar el 13% en 1994 al 10% en 2004 debido al mayor crecimiento de los documentos en Biomedicina para el conjunto de España.

Por otra parte, el área de Medicina Clínica, donde los investigadores analizados apenas producen el 2% de la producción española, presenta un incremento positivo a lo largo del tiempo. En lo que se refiere a la categoría Multidisciplinar, los investigadores de Biología y Biomedicina tienen una aportación muy importante al total de la producción española (11%), pero su contribución relativa ha disminuido en los últimos años. En esta categoría se recogen revistas tan prestigiosas como el *PNAS*, *Nature* o *Science*, con sistemas muy competitivos de aceptación de manuscritos.

A continuación se presenta la evolución del crecimiento de documentos para las dos categorías temáticas principales (Biomedicina y Medicina Clínica) comparadas con el conjunto de España (Figura 4.24).

Figura 4.24. Evolución de la producción de Biología y Biomedicina en las principales categorías temáticas (comparación con España)  
(Índices de variación con año base=1994)



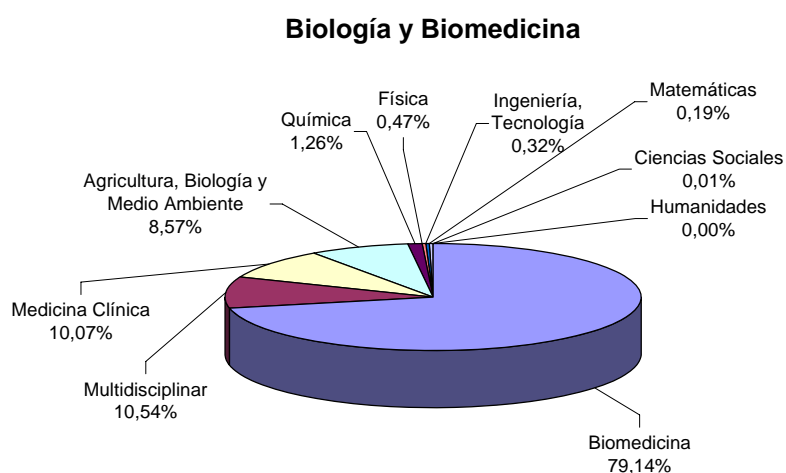
Se confirma como los documentos de Medicina Clínica del CSIC experimentan el mayor crecimiento durante todo el periodo, seguidos por Medicina Clínica en

el conjunto de España. Por otra parte, la producción en la categoría temática de Biomedicina para el conjunto de España ha tenido un crecimiento superior al observado para el CSIC, que se estabiliza en su crecimiento a partir de 1997.

- *Total de citas*

A continuación se analizan las citas de los documentos teniendo en cuenta la asignación a las categorías temáticas en las que se distribuye la producción de Biología y Biomedicina. En primer lugar se presenta la distribución del porcentaje de las cita de Biología y Biomedicina por categorías temáticas (Figura 4.25).

Figura 4.25. Distribución de las citas por categorías temáticas: Biología y Biomedicina



Como se puede constatar el 79% de las citas son para los documentos de Biomedicina, seguida por los documentos de Multidisciplinar y de Medicina Clínica con casi el 11% y el 10% respectivamente. Destaca, por tanto, cómo los documentos publicados en revistas de la categoría Multidisciplinar superan en citas a los documentos de Medicina Clínica, poniendo de manifiesto el gran impacto que tienen las investigaciones publicadas en esta categoría.

El peso de las citas del área de Biología y Biomedicina con respecto al conjunto de España en las mismas categorías temáticas se presenta en la Tabla 4.18.

Tabla 4.18. Porcentaje de las citas de Biología y Biomedicina sobre el conjunto de España en las mismas categorías temáticas

Categoría Temática	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Total	Incr
Biomedicina	26,68	29,09	23,45	25,19	27,25	21,94	19,58	20,41	17,62	17,75	16,04	23,51	-40
Medicina Clínica	4,43	4,19	3,66	5,03	4,06	4,63	3,88	3,31	3,37	3,06	3,19	4,05	-28
Multidisciplinar	62,02	40,56	67,72	57,51	40,17	22,42	26,72	15,32	12,26	36,33	5,88	36,87	-91

El peso de las citas del área de Biología y Biomedicina con respecto al conjunto de España presenta un descenso en el tiempo en las tres categorías temáticas. Sin embargo, destaca el hecho de que los investigadores del área reciben el 23,51% de las citas de los documentos de Biomedicina y cerca del 37% de las citas de los documentos multidisciplinares, lo cual si se compara con el porcentaje de documentos del área de Biología y Biomedicina en las mismas categorías temáticas (11,6% y 11,22% respectivamente, véase Tabla 4.17) indica que proporcionalmente los documentos de Biología y Biomedicina del CSIC están recibiendo más citas de lo que sería su aportación en documentos a esta categoría temática. Este mismo fenómeno se observa para Medicina Clínica y Multidisciplinar, lo cual plantea que aunque la producción de Biología y Biomedicina del CSIC disminuye de peso en el conjunto del país en términos de documentos y citas, sus documentos presentan proporcionalmente más impacto que los del conjunto de España en las mismas categorías temáticas.

Para analizar la evolución real de las citas, a continuación se presenta una tabla con los datos calculados con la ventana de 3 años, para determinar si existe un incremento positivo en la citación de los documentos a lo largo del tiempo (Tabla 4.19).

Tabla 4.19. Evolución de las citas (V3) de Biología y Biomedicina por categorías temáticas: periodo 1994-2002

Categoría Temática	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Total	Incr
Biomedicina	4578	5330	4733	6283	7170	6587	5894	6439	5739	52753	25
Medicina Clínica	615	623	499	795	794	951	801	823	920	6821	50
Multidisciplinar	768	413	1040	1414	1124	589	775	579	558	7260	-27

Nota: V3= ventana de citación de 3 años.

Para las principales categorías temáticas (Biomedicina y Medicina Clínica) existe un crecimiento positivo en el total de citas, no sucede así para el área Multidisciplinar donde se han perdido citas en términos absolutos provocado por el descenso del número de documentos recogidos en esta categoría como se ha planteado anteriormente.

#### - Citas por Documento

Se ha estudiado si el ratio de citas por documento es positivo o si por el contrario desciende con el tiempo. Para ello, se presenta la evolución del ratio de citas por documento, considerando de nuevo la ventana de 3 años (Tabla 4.20).

Tabla 4.20. Evolución del ratio de citas (V3) por documento de Biología y Biomedicina por categorías temáticas: periodo 1994-2002

Categoría Temática	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Total	Incr
Biomedicina	8,26	9,06	7,54	8,60	9,56	8,71	8,49	9,29	7,86	8,61	-5
Medicina Clínica	7,88	6,29	5,25	6,02	5,80	6,14	6,11	6,64	6,05	6,18	-23
Multidisciplinar	29,54	20,65	38,52	52,37	46,83	29,45	31,00	32,17	37,20	35,94	26

Nota: V3= ventana de citación de 3 años.

Con la excepción de la categoría Multidisciplinar, a lo largo del tiempo se reduce el número de citas por documento tanto en Biomedicina como en Medicina Clínica.

- *Factor de Impacto*

A continuación se presenta la evolución del Factor de Impacto medio de los documentos para las diferentes categorías temáticas de Biología y Biomedicina (Tabla 4.21).

Tabla 4.21. Evolución del Factor de Impacto medio de Biología y Biomedicina por categorías temáticas

Cat. Tem.	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Total	Incr
Biom.	4,658	4,834	4,734	4,774	4,872	5,149	5,196	5,542	4,906	5,122	5,222	5,009	12
Med. Clínica	4,221	3,943	4,325	4,337	4,490	4,639	4,518	4,689	5,028	4,746	4,562	4,542	8
Multidi.	15,779	14,003	15,054	17,086	17,158	20,347	18,136	16,627	15,962	18,191	10,599	16,421	-33

El Factor de Impacto medio de los documentos de las dos principales categorías temáticas (Biomedicina y Medicina Clínica) se ha incrementado de forma sostenida durante el periodo de análisis. En el caso de la categoría Multidisciplinar, se observa un descenso en el último año de la serie en análisis.

- *Posición Normalizada*

Por su parte, la Posición Normalizada también ha sido analizada para determinar si este incremento en el Factor de Impacto igualmente se corresponde con un incremento en la posición de las revistas en el contexto de sus disciplinas (Tabla 4.22).

Tabla 4.22. Evolución de la Posición Normalizada media de Biología y Biomedicina por categorías temáticas

Categoría Temática	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Total	Incr
Biomedicina	0,77	0,78	0,79	0,80	0,80	0,81	0,81	0,81	0,79	0,79	0,79	0,80	3
Medicina Clínica	0,82	0,75	0,79	0,80	0,81	0,80	0,81	0,83	0,82	0,79	0,79	0,80	-4
Multidisciplinar	0,96	0,95	0,95	0,96	0,94	0,96	0,96	0,93	0,95	0,95	0,89	0,95	-7

De acuerdo con la Tabla 4.22, únicamente se observa un ligero incremento en la Posición Normalizada de los documentos publicados en Biomedicina, mientras que en las otras dos categorías hay ligeros descensos en la posición de las revistas de publicación.

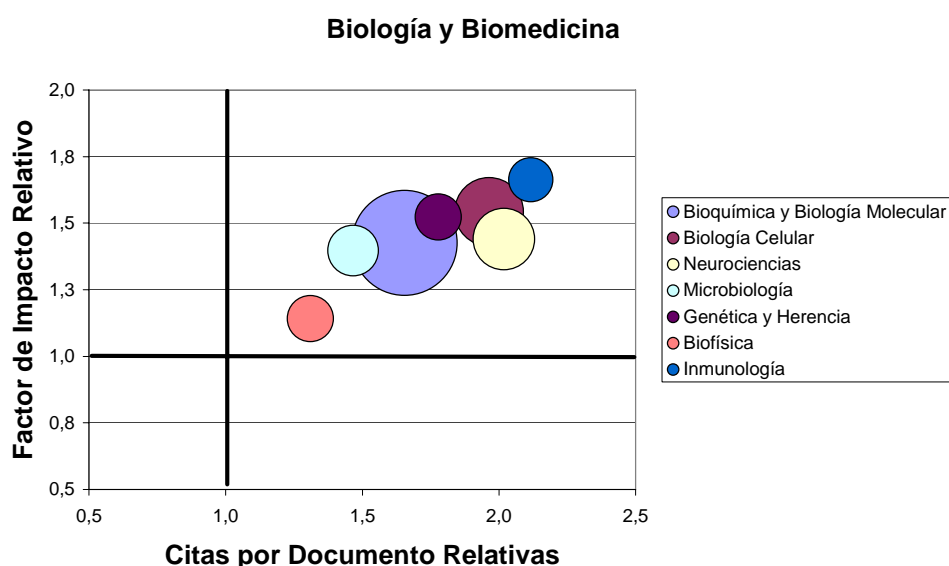
- *Disciplinas JCR (Subject Categories)*

En el Anexo 3 se presenta la producción por disciplinas JCR y se caracteriza cada una en función de los indicadores de citas, Posición Normalizada y Factor de Impacto.

Las principales disciplinas de publicación de los documentos de los investigadores de Biología y Biomedicina son Bioquímica y Biología Molecular, presentes en el 22% de los documentos, Biología Celular (15%), Neurociencias (12%), Microbiología (8%), Genética y Herencia (7%), Biofísica (7%) e Inmunología (6%), todas ellas con más de 500 documentos cada una. Hay que destacar también la alta contribución de los investigadores del CSIC a la producción española en algunas disciplinas como Biología del Desarrollo (34% de la producción española en la disciplina), Biología Celular (24%) y Bioquímica y Biología Molecular (23%) (Tabla Anexo 3.1).

Otro aspecto destacable es que los documentos publicados por los investigadores del CSIC en las principales disciplinas reciben más citas por documento y están publicados en revistas de mayor Factor de Impacto y mejor Posición Normalizada que el conjunto de documentos españoles en las mismas disciplinas (Tabla Anexo 3.2 a Tabla Anexo 3.4). Esto también se puede analizar en la Figura 4.26.

Figura 4.26. Principales disciplinas JCR de Biología y Biomedicina en función del Factor de Impacto Relativo y las Citas por Documento Relativas



En la Figura 4.26 se muestran las principales disciplinas de publicación de los investigadores de Biología y Biomedicina, observándose que los documentos del CSIC presentan más citas que los documentos españoles y se publican en



promedio en revistas de mayor Factor de Impacto, estando en ambos casos por encima del valor de referencia 1. Destaca la Inmunología, con un impacto relativo y un FIR muy superiores al del conjunto de España. En el lado opuesto se sitúa la Biofísica, aunque también en este caso los documentos del CSIC reciben más citas y se publican en revistas de mayor Factor de Impacto que la producción media del país. Esto pone de manifiesto el gran papel de los investigadores del área de Biología y Biomedicina del CSIC en sus disciplinas de especialización.

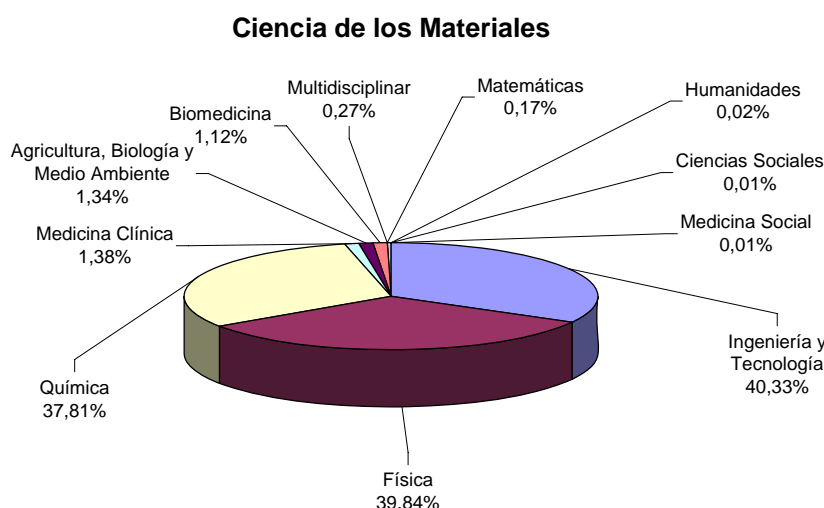
#### **4.1.3.2. Distribución temática de la producción en Ciencia los Materiales**

A continuación se describe la distribución temática por categorías temáticas de los documentos en el área de Ciencia de Materiales.

##### *- Número de documentos*

La categoría temática que aglutina el mayor número de documentos es Ingeniería y Tecnología, con un 40% de la producción y con un progreso muy importante en los últimos años. Otros dos campos que también presentan un peso muy importante dentro del área son Física (40%) y Química (38%) (Figura 4.27). En contraste con el área de Biología y Biomedicina, los documentos en la categoría Multidisciplinar de Ciencia de Materiales apenas representan un 0,27% (por esta razón tampoco se ha incluido en el análisis detallado del área).

Figura 4.27. Distribución de la producción por categorías temáticas: Ciencia de Materiales



La evolución temporal de los documentos en las principales categorías temáticas del área de Ciencia de Materiales se presenta en la Tabla 4.23.

Tabla 4.23. Evolución de la producción de Ciencia de Materiales por categorías temáticas

Categoría Temática	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Total	%	Incr
Ing. y Tecnología	192	296	279	320	348	430	373	456	461	373	368	3896	40,33	92
Física	293	345	326	392	327	423	345	355	414	307	322	3849	39,84	10
Química	288	290	313	345	330	344	326	386	351	369	310	3652	37,81	8

La evolución en la producción es ascendente en las tres principales categorías temáticas de Ciencia de Materiales, siendo este crecimiento especialmente reseñable para Ingeniería y Tecnología, cuya producción casi se ha duplicado desde 1994 hasta 2004.

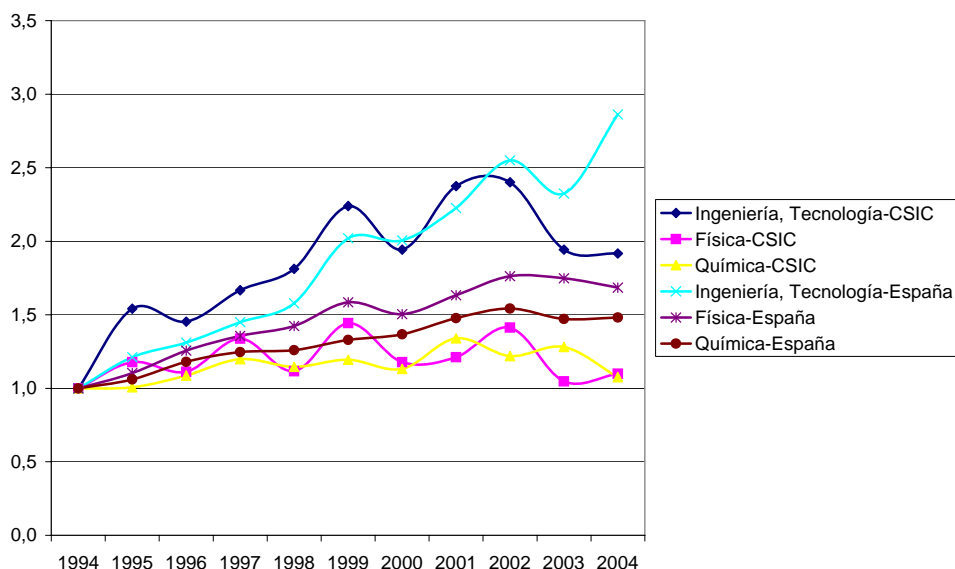
En la Tabla 4.24 se presenta el peso que tienen los documentos del área con respecto al conjunto de España en las diferentes categorías. En este sentido se puede observar como los investigadores de Ciencia de Materiales producen el 10% de la producción española en Ingeniería y Tecnología, el 9% en Física y el 8,5% en Química.

Tabla 4.24. Porcentaje de la producción de Ciencia de Materiales sobre el conjunto de España en las mismas categorías temáticas

Categoría Temática	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Total	Incr
Ing. y Tecnología	10,50	13,40	11,60	12,10	12,10	11,60	10,20	11,20	9,88	8,77	7,03	10,37	-33
Física	11,10	11,80	9,82	10,90	8,69	10,10	8,68	8,23	8,89	6,65	7,23	9,07	-35
Química	9,66	9,17	8,90	9,29	8,79	8,68	8,00	8,76	7,63	8,41	7,01	8,50	-27

En la evolución temporal, y al igual que ocurría en Biología y Biomedicina, se observa una pérdida de peso de los documentos de Ciencia de Materiales con respecto al conjunto de España. Sin embargo, esto se atribuye a un mayor incremento de la producción del conjunto de España en estos campos ya que tampoco se puede hablar de un descenso real de documentos en Ciencia de Materiales. Este aspecto puede analizarse en la Figura 4.28.

Figura 4.28. Evolución de la producción de Ciencia de Materiales en las principales categorías temáticas (comparación con España) (Índices de variación con año base=1994)

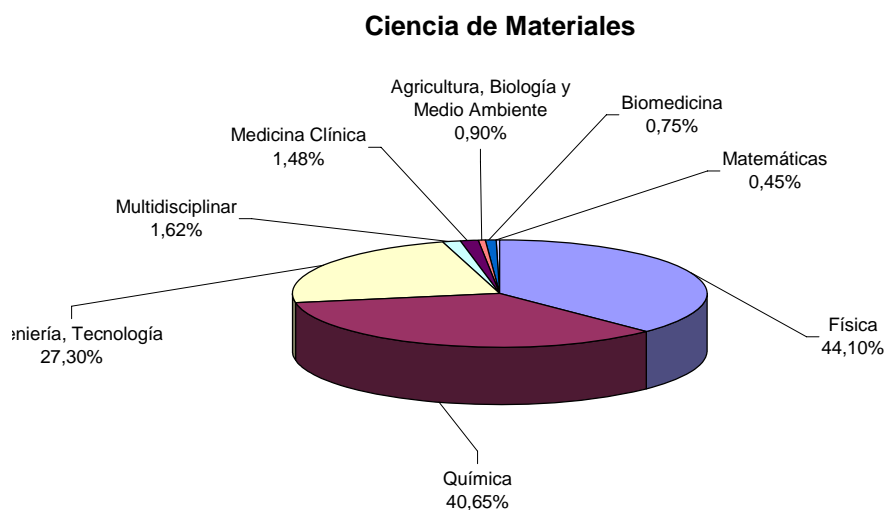


El número de documentos de España en las diferentes categorías temáticas se incrementa más rápido que el del CSIC, excepto en Ingeniería y Tecnología en la que la producción del CSIC en los primeros años creció por encima de la media española hasta aproximadamente 1998, para descender posteriormente. Es importante destacar que ningún campo tiene índices inferiores a 1, lo que indica que la producción en estas categorías se ha incrementado durante todo el periodo.

#### - Total de Citas

A continuación se procede a analizar el impacto de los documentos por categorías temáticas. En la Figura 4.29 se presenta la distribución del porcentaje de citas por categorías temáticas de Ciencia de Materiales.

Figura 4.29. Distribución de las citas por categorías temáticas: Ciencia de Materiales



Física y Química son las categorías temáticas que recogen los mayores porcentajes de citas del área (más del 40% cada una de ellas). Destaca que Ingeniería y Tecnología reúne un porcentaje de citas inferior al que representa en producción (27% de citas vs 40% de documentos).

El peso de las citas del área de Ciencia de Materiales con respecto al las citas de los documentos del conjunto de España en las mismas categorías temáticas se muestra en la Tabla 4.25.

Tabla 4.25. Porcentaje de las citas de Ciencia de Materiales sobre el conjunto de España en las mismas categorías temáticas

Categoría Temática	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Total	Incr
Ing. y Tecnología	10,87	14,16	11,77	12,21	13,50	11,81	13,21	14,60	13,22	11,95	9,31	12,68	-14
Física	9,76	11,06	10,54	10,89	10,33	9,59	7,66	8,44	8,67	6,22	5,05	9,49	-48
Química	9,65	10,57	9,72	9,09	8,02	8,14	8,53	8,74	7,49	7,84	6,08	8,88	-37

El porcentaje de las citas de Ciencia de Materiales en las tres categorías temáticas principales desciende a lo largo del tiempo con respecto al número de citas del conjunto de España. Sin embargo, el peso de las citas del área en el conjunto de España es superior al peso de los documentos, lo cual viene a poner nuevamente de manifiesto que aunque el área de Ciencia de Materiales del CSIC pierde importancia en términos cuantitativos (documentos y citas), sus documentos son proporcionalmente más citados.

La evolución de las citas con una ventana de 3 años se muestra en la Tabla 4.26, observándose un incremento positivo para las tres categorías temáticas principales de Ciencia de Materiales.

Tabla 4.26. Evolución de las citas (V3) de Ciencia de Materiales por categorías temáticas: periodo 1994-2002

<b>Categoría Temática</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>Total</b>	<b>Incr</b>
Ing. y Tecnología	451	692	521	712	808	899	1098	1252	1249	7682	177
Física	1012	1307	1496	1361	1644	1862	1378	1627	1873	13560	85
Química	1094	1271	1246	1142	1176	1189	1424	1546	1445	11533	32

- *Citas por Documento*

A continuación se analiza el ratio de citas por documento con la ventana de 3 años (Tabla 4.27) para las tres categorías temáticas principales de Ciencia de Materiales. Se comprueba como el ratio de citas por documento se incrementa a lo largo del periodo, siendo superior para los documentos de Física y Química que para los de Ingeniería y Tecnología.

Tabla 4.27. Evolución del ratio de citas (V3) por documento de Ciencia de Materiales por categorías temáticas: periodo 1994-2002

<b>Categoría Temática</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>Total</b>	<b>Incr</b>
Ing. y Tecnología	2,35	2,34	1,87	2,23	2,32	2,09	2,94	2,75	2,71	2,43	15
Física	3,45	3,79	4,59	3,47	5,03	4,40	3,99	4,58	4,52	4,21	31
Química	3,80	4,38	3,98	3,31	3,56	3,46	4,37	4,01	4,12	3,88	8

Nota: V3= ventana de citación de 3 años.

- *Factor de Impacto*

En este apartado se analiza el incremento del Factor de Impacto medio de los documentos de Ciencia de Materiales en función de las principales categorías temáticas (Tabla 4.28).

Tabla 4.28. Evolución del Factor de Impacto medio de Ciencia de Materiales por categorías temáticas

<b>Categoría Temática</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>Total</b>	<b>Incr</b>
Ing. Y Tecnología	1,004	1,087	0,996	1,152	1,171	1,261	1,330	1,238	1,455	1,681	1,680	1,311	67
Física	1,752	1,594	1,837	1,797	1,927	1,979	2,041	2,002	2,054	2,347	2,341	1,967	34
Química	2,045	1,995	2,209	1,974	2,032	2,189	2,292	2,137	2,351	2,564	2,792	2,241	37

Se constata un incremento en el Factor de Impacto de los documentos de las principales categorías analizadas, siendo especialmente importante para los documentos de Ingeniería y Tecnología. Química es, de las tres categorías temáticas principales de Ciencia de Materiales, la que presenta el Factor de Impacto medio más alto.

- *Posición Normalizada*

En cuanto a la Posición Normalizada media se resume su evolución en la Tabla 4.29.

Tabla 4.29. Evolución de la Posición Normalizada media de Ciencia de Materiales por categorías temáticas

Categoría Temática	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Total	Incr
Ing. y Tecnología	0,70	0,71	0,71	0,73	0,75	0,78	0,73	0,73	0,72	0,74	0,72	0,73	3
Física	0,76	0,71	0,74	0,72	0,73	0,76	0,77	0,78	0,73	0,77	0,72	0,74	-4
Química	0,70	0,71	0,74	0,70	0,72	0,74	0,76	0,77	0,75	0,76	0,76	0,74	8

El incremento positivo en la Posición Normalizada es muy claro para las principales categorías temáticas, con la excepción de Física, donde hay un pequeño descenso especialmente en el último año.

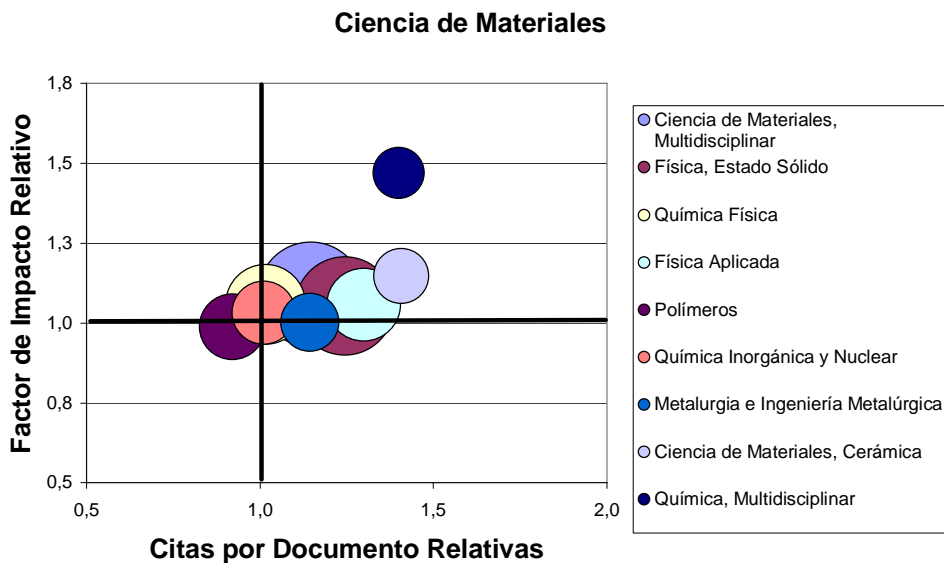
- *Disciplinas JCR (Subject Categories)*

En el Anexo 3, se presenta la distribución total de la producción por disciplinas JCR considerando los diferentes indicadores bibliométricos (Tabla Anexo 3.5 - Tabla Anexo 3.8).

Las principales *Subject Categories* son Ciencia de Materiales-Multidisciplinar (23%) y Física-Estado Sólido (20%), seguidas de Química Física (13%), Física Aplicada (11%), Polímeros (9%), Química Inorgánica y Nuclear (8%), Metalurgia e Ingeniería Metalúrgica (7%), Ciencia de Materiales-Cerámica (6%) y Química-Multidisciplinar (5%), todas ellas con más de 500 documentos en el periodo. En esta distribución se pone de manifiesto la gran importancia que las disciplinas relacionadas con la Física y con la Química tienen en esta área, además de las disciplinas propiamente relacionadas con Ciencia de Materiales. Destacan por su alta contribución relativa a la producción de España las disciplinas de Ciencia de Materiales-Metalurgia y Tecnología de la construcción, en las que los investigadores del CSIC aportan más del 35% de la producción total del país.

En la Figura 4.30 se presentan las principales disciplinas de Ciencia de Materiales en función de sus citas por documento relativas y su Factor de Impacto Relativo (FIR).

Figura 4.30. Principales disciplinas temáticas de Ciencia de Materiales en función del Factor de Impacto Relativo y las Citas por Documento Relativas



En este caso, la mayor parte de las disciplinas tienen un Factor de Impacto muy similar al del promedio del país ( $FIR \sim 1$ ), mientras que tienden a superar a la media de España en citas ( $Citas\ Relativas > 1$ ). Destacan principalmente por su número de citas por documento las disciplinas de Física, Estado Sólido, Física Aplicada, Química-Multidisciplinar y Ciencia de Materiales-Cerámica.

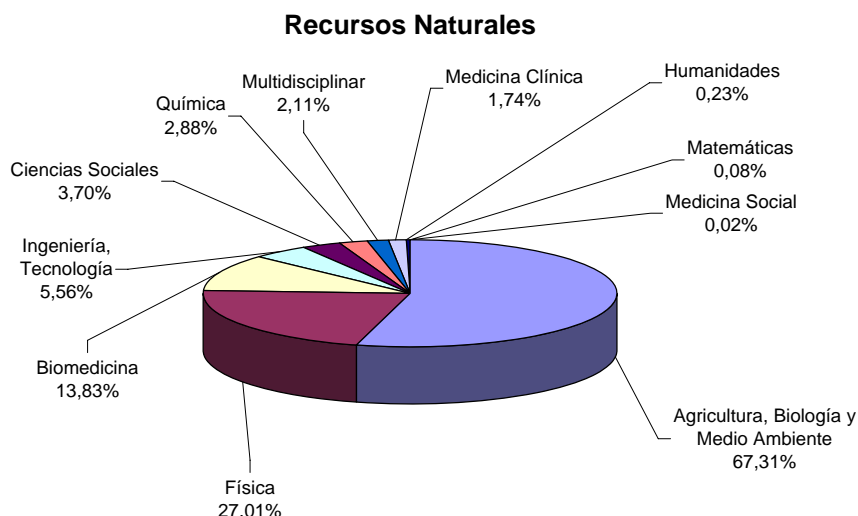
#### 4.1.3.3. Distribución temática de la producción en Recursos Naturales

A continuación se describe la distribución temática del área de Recursos Naturales.

- *Número de documentos*

En la Figura 4.31 se puede analizar la distribución en categorías temáticas de esta área.

Figura 4.31. Distribución de la producción por categorías temáticas: Recursos Naturales



Agricultura, Biología y Medio Ambiente presenta la mayor concentración de documentos (67%), seguida de Física (27%) y Biomedicina (14%). Nótese que la categoría temática de Agricultura, Biología y Medio Ambiente, integra en su propia denominación más de una disciplina, lo cual hace pensar de nuevo en la gran interdisciplinaridad del área de Recursos Naturales. La evolución temporal de los documentos en las principales categorías temáticas también puede ser analizada en la Tabla 4.30, observándose como el incremento de la producción es positivo en las tres principales categorías temáticas.

Tabla 4.30. Evolución de la producción de Recursos Naturales por categorías temáticas

Categoría Temática	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Total	%	Incr
Agric., Biol., Medio Amb.	292	330	327	348	367	401	390	421	404	449	378	4107	67,31	30
Física	99	96	128	148	159	174	147	157	204	181	155	1648	27,01	57
Biomedicina	58	62	68	57	62	81	78	98	84	100	96	844	13,83	66

Al igual que en las otras dos áreas, en Recursos Naturales también se ha analizado el peso que los documentos tienen sobre el conjunto de la producción científica española en las mismas categorías temáticas (Tabla 4.31).

Tabla 4.31. Porcentaje de la producción de Recursos Naturales sobre el conjunto de España en las mismas categorías temáticas

Categoría Temática	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Total	Incr
Agric., Biol., Medio Amb.	11,8	11,7	10,5	10,5	10,2	10,5	10,1	10,4	9,36	9,6	8,81	10,2	-25
Física	3,75	3,29	3,86	4,13	4,23	4,15	3,7	3,64	4,38	3,92	3,48	3,88	-7
Biomedicina	1,37	1,37	1,24	1,07	1,02	1,36	1,29	1,52	1,2	1,43	1,48	1,31	8

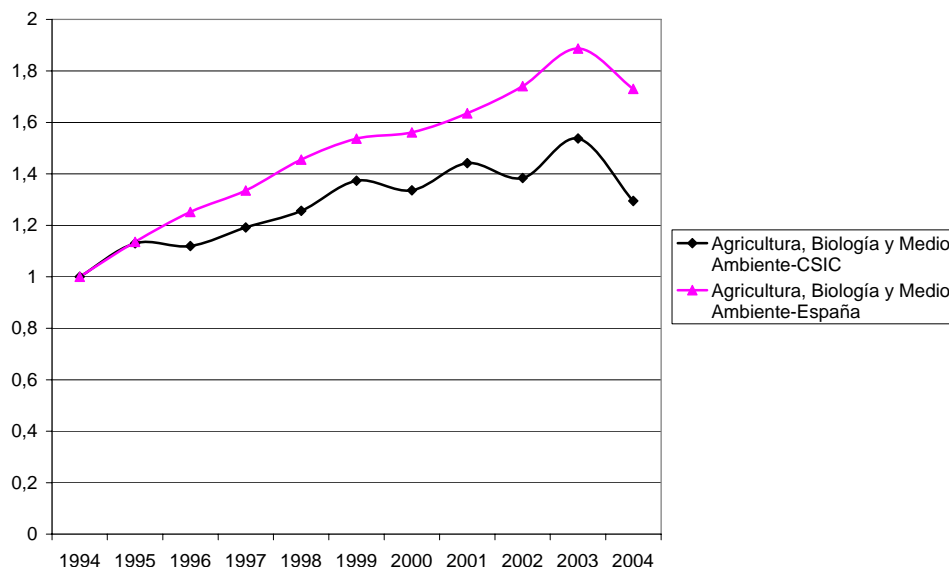


El mayor peso de esta área con respecto al conjunto de España se observa en su categoría temática principal (Agricultura, Biología y Medio Ambiente) siendo responsable de cerca del 10% de los documentos españoles de esta categoría, mientras que en las otras dos (Física y Biomedicina) el peso de los documentos producidos por los investigadores de Recursos Naturales es mucho menor (4% y 1% respectivamente), lo que hace pensar que la participación en estas dos categorías es más transversal que para los documentos de su categoría temática principal.

Al igual que las otras dos áreas se observa un descenso en el peso de los documentos en la principal categoría temática de Recursos Naturales con respecto a la producción del conjunto de España en la misma categoría.

En la Figura 4.32 se presenta el incremento de la producción de los documentos de Agricultura, Biología y Medio Ambiente, tanto los elaborados por los investigadores de Recursos Naturales del CSIC como los del conjunto de España.

Figura 4.32. Evolución de la producción de Recursos Naturales en la principal categoría temática (comparación con España)  
(Índices de variación con año base=1994)

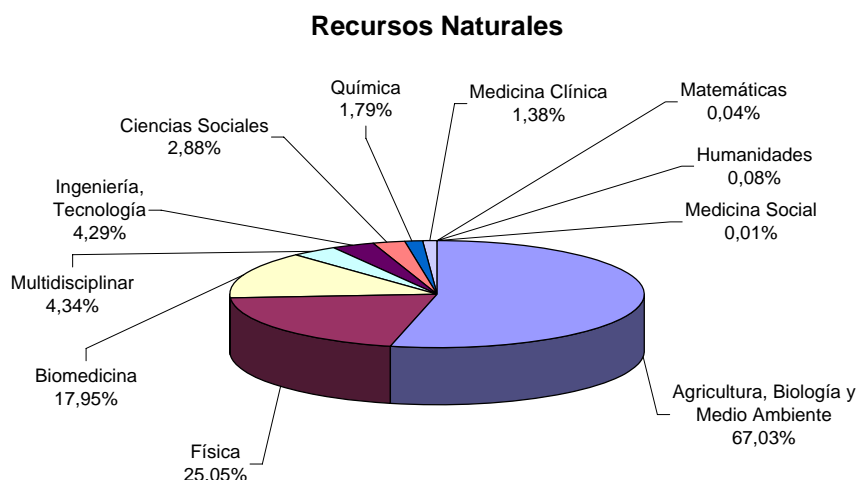


El incremento de los documentos de los investigadores del área de Recursos Naturales es más lento que el del conjunto de España (especialmente a partir de 1995), aunque es positivo en ambos casos.

#### - Total de Citas

En cuanto a las citas, se presenta la figura de distribución de las mismas para las diferentes categorías temáticas (Figura 4.33).

Figura 4.33. Distribución de las citas por categoría temática: Recursos Naturales



Como se puede contrastar, Agricultura, Biología y Medio Ambiente recoge el 67% del total de las citas recibidas por el área, seguido de Física (25%) y Biomedicina (18%), por lo que en términos proporcionales, la aportación de Biomedicina a las citas del área es ligeramente superior a la correspondiente a sus documentos (18% citas vs 14% documentos).

A continuación se presenta la evolución del peso de las citas de los documentos del área para las tres principales categorías temáticas en comparación con España (Tabla 4.32).

Tabla 4.32. Porcentaje de las citas de Recursos Naturales sobre el conjunto de España en las mismas categorías temáticas

Categorías Temáticas	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Total	Incr
Agric., Biol., Medio Amb.	16,19	16,45	14,53	12,78	13,82	13,71	13,75	13,16	12,40	11,26	12,24	14,06	-24
Física	4,94	3,40	3,58	5,36	4,16	4,28	2,64	3,73	2,99	2,17	1,74	3,81	-65
Biomedicina	1,68	1,79	1,96	0,96	1,56	1,53	1,68	1,82	1,76	1,33	1,32	1,60	-21

En todos los casos se observa un descenso en el peso de las citas del área con respecto al conjunto de España en las principales categorías temáticas. Sin embargo, al igual que en las otras dos áreas, el porcentaje de las citas es superior al porcentaje de los documentos (excepto para Física, aunque esto es debido a la producción más residual recogida en esta categoría).

A continuación se presenta también la evolución de las citas considerando la ventana de 3 años (Tabla 4.33).

Tabla 4.33. Evolución de las citas (V3) de Recursos Naturales por categorías temáticas: periodo 1994-2002

<b>Categoría Temática</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>Total</b>	<b>Incr</b>
Agric., Biol., Medio Amb.	654	887	840	873	1073	1328	1388	1387	1506	9936	130
Física	304	195	339	452	454	621	401	674	655	4095	116
Biomedicina	219	255	288	209	351	388	432	502	558	3202	155

Nota: V3= ventana de citación de 3 años.

Las citas (V3) presentan una tasa de incremento muy alta, poniendo de manifiesto un gran progreso en cuanto al impacto de los documentos de esta área.

- *Citas por Documento*

En cuanto a las citas (V3) por documento, en la Tabla 4.34 se presenta su evolución a lo largo del periodo de estudio para el área de Recursos Naturales.

Tabla 4.34. Evolución del ratio de citas (V3) por documento de Recursos Naturales por categorías temáticas: periodo 1994-2002

<b>Categoría Temática</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>Total</b>	<b>Incr</b>
Agric., Biol., Medio Amb.	2,24	2,69	2,57	2,51	2,92	3,31	3,56	3,29	3,73	3,03	66
Física	3,07	2,03	2,65	3,05	2,86	3,57	2,73	4,29	3,21	3,12	5
Biomedicina	3,78	4,11	4,24	3,67	5,66	4,79	5,54	5,12	6,64	4,94	76

Nota: V3= ventana de citación de 3 años.

Se observa un claro incremento a lo largo del tiempo para la categoría de Agricultura, Biología y Medio Ambiente, pasándose de un ratio de 2,24 citas por documento en 1994 a 3,73 en 2002. También se observa un incremento en las otras dos categorías temáticas, siendo los documentos en la categoría de Biomedicina los que presentan el mayor ratio de citas por documento así como el mayor incremento.

- *Factor de Impacto*

En cuanto al Factor de Impacto medio también se observa un incremento continuado a lo largo del tiempo (Tabla 4.35).

Tabla 4.35. Evolución del Factor de Impacto medio de Recursos Naturales por categorías temáticas

<b>Categoría Temática</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>Total</b>	<b>Incr</b>
Agric., Biol., Medio Amb.	1,182	1,238	1,140	1,141	1,408	1,518	1,370	1,523	1,624	1,594	1,960	1,445	66
Física	1,431	1,141	1,268	1,230	1,393	1,552	1,495	1,471	1,752	1,786	1,819	1,517	27
Biomedicina	1,937	2,302	1,930	1,902	2,709	2,620	2,060	2,469	2,353	2,335	2,598	2,320	34

Hay que destacar el incremento en el Factor de Impacto de los documentos de la categoría Agricultura, Biología y Medio Ambiente, aunque en general ha

habido una importante mejora en el Factor de Impacto de los documentos del área en todas las categorías temáticas, siendo los mayores valores nuevamente los de Biomedicina.

- *Posición Normalizada*

En cuanto a la evolución de la Posición Normalizada media de las revistas de publicación, en la Tabla 4.36 se resumen los principales resultados.

Tabla 4.36. Evolución de la Posición Normalizada media de Recursos Naturales por categorías temáticas: periodo 1994-2004

Categoría Temática	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Total	Incr
Agric., Biol., Medio Amb.	0,65	0,64	0,65	0,64	0,64	0,68	0,65	0,65	0,67	0,66	0,70	0,66	8
Física	0,69	0,63	0,67	0,66	0,68	0,72	0,70	0,69	0,72	0,71	0,72	0,69	5
Biomedicina	0,69	0,76	0,74	0,75	0,77	0,78	0,72	0,72	0,75	0,72	0,71	0,74	2

En todas las categorías se observa un incremento claro en la posición de las revistas, aunque también hay que destacar que en términos generales la posición normalizada media corresponde a revistas del segundo cuartil, siendo los documentos de Biomedicina los más próximos al primer cuartil (entre los años 1997-1999 y 2002 los documentos publicados en esta categoría han superado dicho nivel).

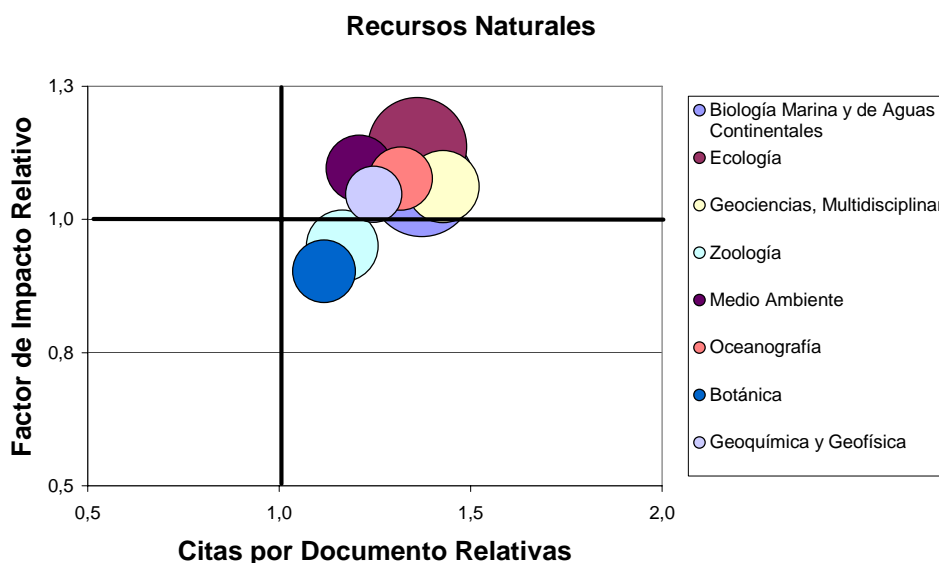
- *Disciplinas JCR (Subject Categories)*

En el Anexo 3, se presenta la distribución total de la producción por disciplinas JCR, caracterizándose el impacto de la producción en cada una de ellas (Tabla Anexo 3.9 - Tabla Anexo 3.12).

Las principales disciplinas de publicación en el área de Recursos Naturales son Biología Marina y de Aguas Continentales y Ecología, donde se encuentran al rededor del 20% y del 18% de los documentos respectivamente. Un poco más distanciadas se sitúan Geociencias, Multidisciplinar (9%), Zoología (9%), Medio Ambiente (8%), Oceanografía (7%), Botánica (7%) y Geoquímica y Geofísica (6%), siendo disciplinas que recogen más del 300 documentos cada. Destacan por su alta actividad relativa las disciplinas de Oceanografía, Ornitología y Biodiversidad, en las que el CSIC aporta más del 35% de la producción del país.

En la Figura 4.34 se presentan las principales disciplinas de Recursos Naturales en función de sus citas por documento relativas y a su Factor de Impacto Relativo (FIR).

Figura 4.34. Principales disciplinas temáticas de Ciencia de Materiales en función del Factor de Impacto Relativo y las Citas por Documento Relativas



Hay que destacar que la investigación en Ecología realizada por los investigadores del área está publicada en revistas con Factor de Impacto sensiblemente superior al del conjunto de España para la misma disciplina y recibe también más citas que el promedio del país. En general se observa una tendencia a publicar en revistas de Factor de Impacto similar al promedio del país, pero recibiendo más citas que la media de España. En cuanto a la tasa de citación relativa, los documentos de todas las disciplinas analizadas para el área de Recursos Naturales presentan tasas de citación superiores a las observadas para el conjunto de España.

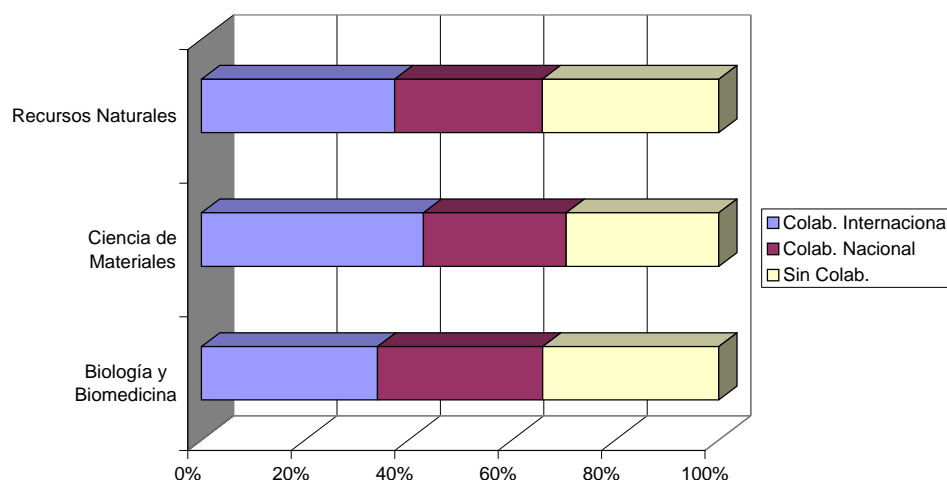
#### **4.1.4. Análisis de la colaboración científica de los documentos**

En este apartado se presenta un análisis de la colaboración en los documentos de las tres áreas de estudio. Hay que tener en cuenta que en este caso los resultados se realizan a nivel de documento y no a nivel individual, considerándose la colaboración en base al número de autores y centros que aparecen en cada documento. Se han planteado tres tipos generales de colaboración: Colaboración Internacional, Colaboración Nacional y Sin Colaboración (véase capítulo de Metodología).

##### **4.1.4.1. Patrones de colaboración por áreas**

En la Figura 4.35 se presenta la distribución de los documentos según el tipo de colaboración en cada una de las áreas científicas.

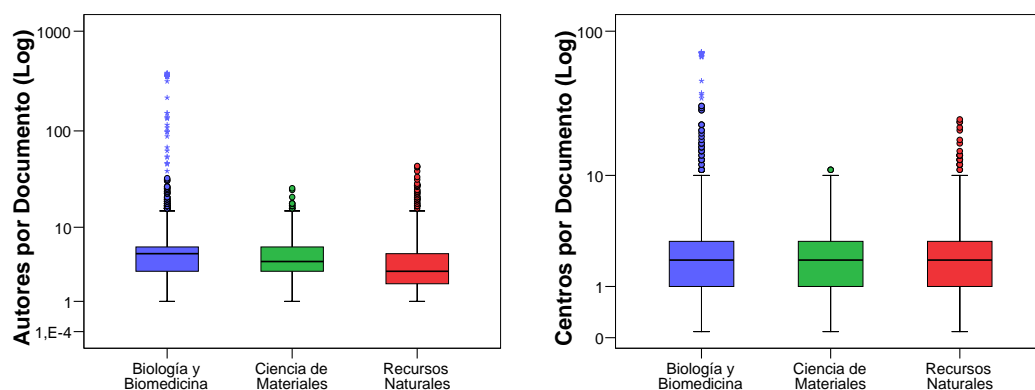
Figura 4.35. Distribución de la producción según el tipo de colaboración



Destaca la simetría existente entre las tres áreas en cuanto al tipo de colaboración, siendo Ciencia de Materiales el área con mayor porcentaje de documentos en colaboración internacional (43%) y con el porcentaje más bajo de documentos sin colaboración (30%).

De acuerdo con la Figura 4.36 y la Tabla 4.37 el área de Biología y Biomedicina, con casi 7 autores por documento y 2,59 centros por documento, es la que presenta el mayor nivel de colaboración en sus documentos, seguida de Ciencia de Materiales (prácticamente 5 autores y 2,3 centros por documento) y por último Recursos Naturales (4 autores y 2,22 centros por documento).

Figura 4.36. Distribución del número de Autores y de Centros por documento en las tres áreas científicas



Existe un patrón de colaboración muy similar en las tres áreas, aunque Ciencia de Materiales presenta proporcionalmente más colaboración internacional que el resto.

La Tabla 4.37 muestra el número de autores y centros por documento según el tipo de colaboración institucional.

Tabla 4.37. Número medio de autores y centros por documento por tipo de colaboración institucional en las tres áreas

Área	Tipo de Colaboración	Valor	Autores por Documento	Centros por Documento
Rec. Naturales	Sin Colaboración (2080)	Media±DT	2,80±1,78	0,98±0,16
		Mediana	3	1
	Colaboración Nacional (1744)	Media±DT	4,10±2,11	2,42±0,77
		Mediana	4	2
	Colaboración Internacional (2278)	Media±DT	4,97±3,45	3,21±1,87
		Mediana	4	3
Biol. y Biomed.	Sin Colaboración (3170)	Media±DT	3,62±2,43	0,99±0,08
		Mediana	3	1
	Colaboración Nacional (2977)	Media±DT	5,49±2,35	2,53±1,052
		Mediana	5	2
	Colaboración Internacional (3171)	Media±DT	10,87±38,10	4,25±7,54
		Mediana	6	3
CC. Materiales	Sin Colaboración (2852)	Media±DT	3,56±1,54	1±0,07
		Mediana	3	1
	Colaboración Nacional (2664)	Media±DT	4,91±1,95	2,44±0,71
		Mediana	5	2
	Colaboración Internacional (4144)	Media±DT	5,7±2,30	3,12±1,19
		Mediana	5	3
Total	Sin Colaboración (8088)	Media±DT	3,39±2,02	0,99±0,10
		Mediana	3	1
	Colaboración Nacional (7332)	Media±DT	4,95±2,22	2,47±0,88
		Mediana	5	2
	Colaboración Internacional (9562)	Media±DT	7,24±22,17	3,51±4,53
		Mediana	5	3
	Total (24982)	Media±DT	5,32±13,91	2,39±3,03
		Mediana	4	2

Se evidencia que los documentos en colaboración internacional son, generalmente, los que ofrecen los mayores valores de autores y centros por documento en las tres áreas, seguidos de los documentos en colaboración nacional.

En cuanto al número de autores por documento, Biología y Biomedicina presenta los valores más altos, seguida de Ciencia de Materiales y Recursos Naturales, detectándose diferencias estadísticamente significativas entre las tres áreas ( $p < 0,01$ ).

Por otra parte, aunque Biología y Biomedicina presenta el mayor índice de coautoría (Tabla 4.37), la Figura 4.36 muestra la presencia de un elevado número de observaciones atípicas que influyen elevando dicha media. Sin embargo, atendiendo a la prueba de la *U de Mann Whitney*, es Ciencia de

Materiales el área que presenta el mayor número de centros por documento, seguida de Biología y Biomedicina, detectándose diferencias significativas ( $p < 0,01$ ).

#### 4.1.4.2. Evolución de la colaboración científica

En este apartado se realiza un análisis de la evolución de los documentos en colaboración y del impacto observado y esperado.

##### - Documentos

La evolución temporal del número de documentos por tipo de colaboración se presenta en la Tabla 4.38.

Tabla 4.38. Evolución de los documentos por tipo de colaboración y áreas

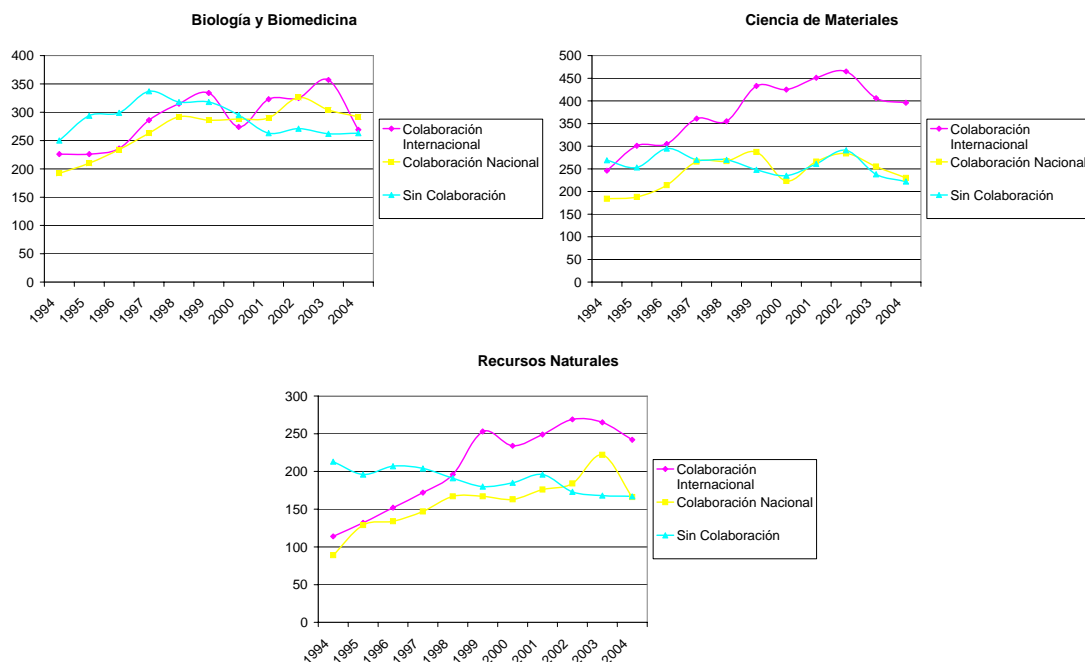
Tipo colab.	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Total	Incr	%Docs
<b>Biol. y Biomed.</b>														
Colab. Int.	226	226	236	286	315	334	274	323	325	357	269	3171	19	34,03
Colab. Nac.	192	210	234	263	292	286	288	290	326	304	292	2977	52	31,95
Sin Colab.	250	294	299	337	318	318	295	263	271	262	263	3170	5	34,02
Total	668	730	769	886	925	938	857	876	922	923	824	9318	23	100
<b>CC. Materiales</b>														
Colab. Int.	246	301	305	361	355	433	425	451	465	406	396	4144	61	42,90
Colab. Nac.	184	188	214	266	267	287	223	266	284	255	230	2664	25	27,58
Sin Colab.	269	253	295	270	270	248	235	261	291	238	222	2852	-18	29,52
Total	699	742	814	897	892	968	883	978	1040	899	848	9660	21	100,00
<b>Rec. Naturales</b>														
Colab. Int.	114	132	152	172	196	253	234	249	269	265	242	2278	112	37,33
Colab. Nac.	89	129	134	147	167	167	163	176	184	222	166	1744	87	28,58
Sin Colab.	213	196	207	204	191	180	185	196	173	168	167	2080	-22	34,09
Total	416	457	493	523	554	600	582	621	626	655	575	6102	38	100,00

Los documentos en colaboración internacional suponen más de un tercio de los documentos en todas las áreas y constituyen el tipo de colaboración predominante en Ciencia de Materiales (43%) y Recursos Naturales (37%). Es también destacable que la colaboración internacional es la que ha experimentado un mayor crecimiento tanto en Recursos Naturales (112%) como en Ciencia de Materiales (61%). En Biología y Biomedicina, el mayor crecimiento se produce en la colaboración nacional.

En la Figura 4.37 se presenta la evolución del número de documentos por tipo de colaboración en las tres áreas.



Figura 4.37. Producción científica por tipo de colaboración en las tres áreas



El incremento de la colaboración internacional se acompaña en las tres áreas de un descenso a lo largo del periodo en el porcentaje de documentos sin colaboración. En las tres áreas, el mayor ascenso de la colaboración internacional se produce hasta 1999, mostrando después una tendencia a estabilizarse.

#### - Citas (V3)

La evolución del número total de citas recibidas por los documentos considerando la ventana de 3 años se presenta en la Tabla 4.39.

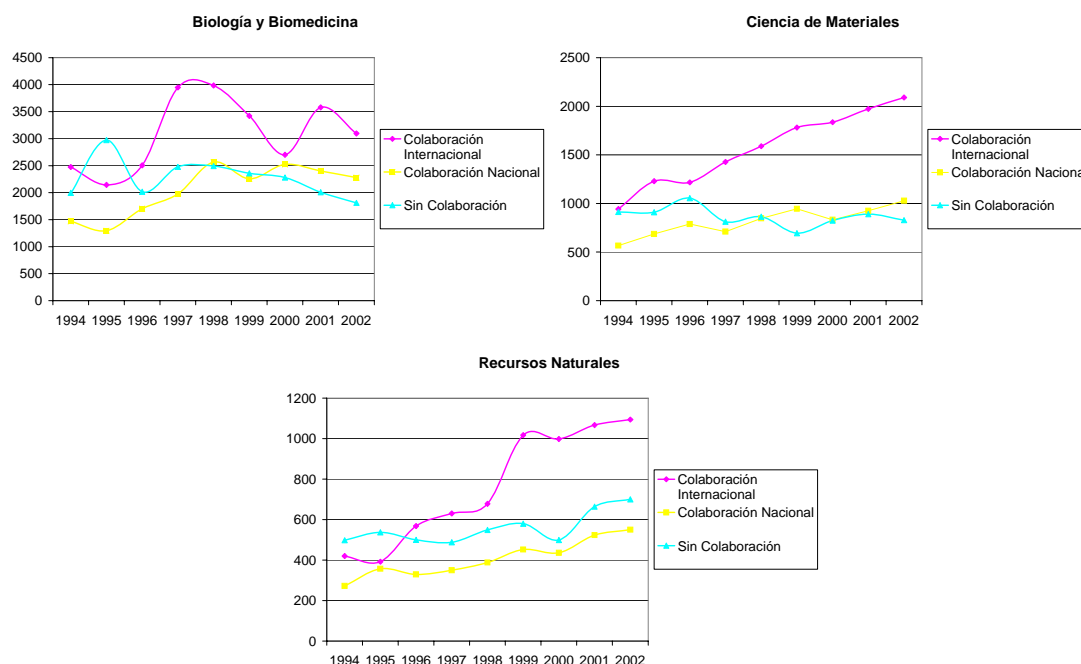
Tabla 4.39. Evolución del número de citas (V3) por tipo de colaboración y áreas

Tipo colab.	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Total	%Citas	Incr
<b>Biol. y Biomed.</b>												
Colab. Int.	2475	2144	2506	3948	3984	3422	2701	3580	3097	27857	41,73	25
Colab. Nac.	1469	1295	1702	1977	2568	2256	2523	2402	2278	18470	27,67	55
Sin Colab.	1996	2975	2018	2478	2492	2359	2280	2008	1810	20416	30,59	-9
Total	5940	6414	6226	8403	9044	8037	7504	7990	7185	66743		21
<b>CC. Materiales</b>												
Colab. Int.	942	1229	1217	1427	1589	1781	1836	1973	2090	14084	48,23	122
Colab. Nac.	566	686	788	710	847	945	832	925	1028	7327	25,09	82
Sin Colab.	913	910	1055	812	863	694	824	890	828	7789	26,68	-9
Total	2421	2825	3060	2949	3299	3420	3492	3788	3946	29200		63
<b>Rec. Naturales</b>												
Colab. Int.	420	392	568	630	678	1017	998	1067	1094	6864	44,18	161
Colab. Nac.	272	357	329	350	388	452	436	523	550	3657	23,54	102
Sin Colab.	498	537	500	488	549	580	499	664	700	5015	33,28	41
Total	1190	1286	1397	1468	1615	2049	1933	2254	2344	15536		97

Nota: V3= ventana de citación de 3 años.

Los documentos en colaboración internacional recogen más del 40% de las citas recibidas en cada una de las tres áreas. Asimismo, paralelamente al aumento del número de documentos también se observa un incremento positivo a lo largo del tiempo en el número de citas. Si bien en Ciencia de Materiales y Recursos Naturales las citas de los documentos en colaboración internacional son las que más aumentan, en Biología y Biomedicina el mayor incremento de citas se produce en la colaboración nacional. Esta tendencia puede analizarse en la Figura 4.38.

Figura 4.38. Evolución del número total de citas (V3) por tipo de colaboración en las tres áreas



En Biología y Biomedicina se puede apreciar un ascenso inicial en el número de citas que reciben los documentos en colaboración internacional alcanzando su máximo en 1998, para descender después. Las citas recibidas por los documentos en colaboración nacional también alcanzaron su valor máximo en 1998 y se muestran bastante estables hasta el final del periodo. Por su parte, en Ciencia de Materiales se ve claramente un crecimiento continuado en las citas recibidas por los documentos en colaboración internacional, y algo menor en los documentos en colaboración nacional. Un patrón similar a Ciencia de Materiales se detecta en Recursos Naturales con la salvedad de que en este caso las citas de los documentos sin colaboración se mantienen estables a lo largo del tiempo y por encima de la de los documentos en colaboración nacional.

En la Tabla 4.40 también se constata que el menor incremento en el número de citas recibidas se produce en los documentos sin colaboración, que se muestran bastante estables a lo largo del tiempo.

- Citas V3 por documento

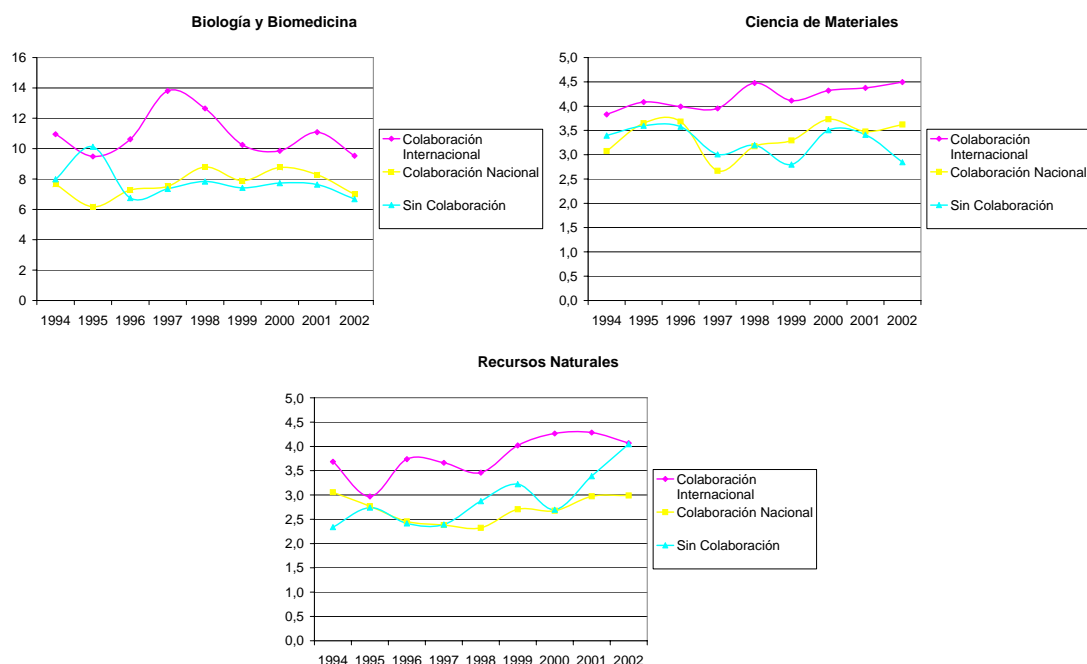
La evolución del ratio de citas (V3) por documento y tipo de colaboración se muestra en la Tabla 4.40.

Tabla 4.40. Evolución del número de citas (V3) por documento por tipo de colaboración y áreas

Tipo colab.	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Total	Incr
<b>Biol. y Biomed.</b>											
Colab. Int.	10,95	9,49	10,62	13,8	12,65	10,25	9,86	11,08	9,53	10,95	-13
Colab. Nac.	7,65	6,17	7,27	7,52	8,79	7,89	8,76	8,28	6,99	7,76	-9
Sin Colab.	7,98	10,12	6,75	7,35	7,84	7,42	7,73	7,63	6,68	7,72	-16
Total	8,89	8,79	8,1	9,48	9,78	8,57	8,76	9,12	7,79	8,82	-12
<b>CC Materiales</b>											
Colab. Int.	3,83	4,08	3,99	3,95	4,48	4,11	4,32	4,37	4,49	4,21	17
Colab. Nac.	3,08	3,65	3,68	2,67	3,17	3,29	3,73	3,48	3,62	3,36	18
Sin Colab.	3,39	3,6	3,58	3,01	3,2	2,8	3,51	3,41	2,85	3,26	-16
Total	3,46	3,81	3,76	3,29	3,7	3,53	3,95	3,87	3,79	3,69	10
<b>Rec. Naturales</b>											
Colab. Int.	3,68	2,97	3,74	3,66	3,46	4,02	4,26	4,29	4,07	3,88	10
Colab. Nac.	3,06	2,77	2,46	2,38	2,32	2,71	2,67	2,97	2,99	2,70	-2
Sin Colab.	2,34	2,74	2,42	2,39	2,87	3,22	2,7	3,39	4,05	2,87	73
Total	2,86	2,81	2,83	2,81	2,92	3,42	3,32	3,63	3,74	3,19	31

En la Figura 4.39 se observa la evolución del ratio de citas por documento a lo largo del periodo de estudio para los tres tipos de colaboración.

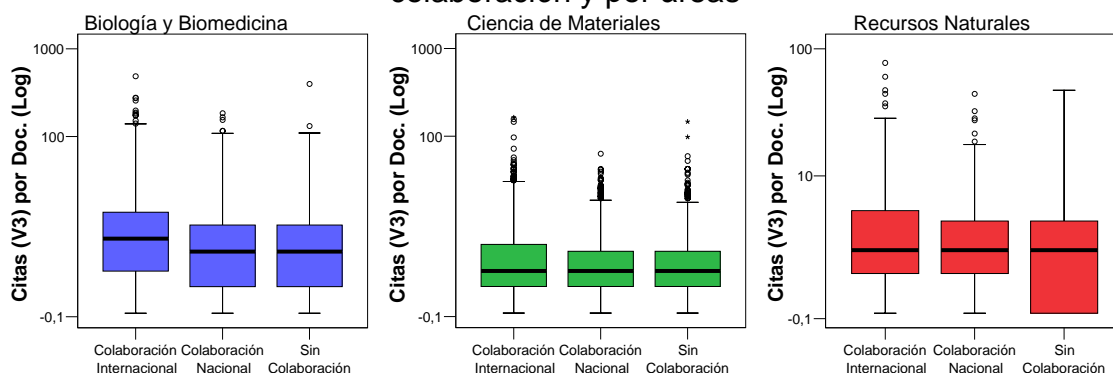
Figura 4.39. Evolución de las citas (V3) por documento por tipo de colaboración por áreas



En el área de Biología y Biomedicina el número de citas (V3) por documento tiende a descender para todos los tipos de colaboración, aunque este descenso es más acusado para los documentos sin colaboración. En Ciencia de Materiales, el ratio de citas (V3) por documento crece de forma casi paralela para los documentos con colaboración nacional e internacional, mientras que tiende a descender en ausencia de colaboración. En Recursos Naturales la colaboración internacional crece durante el periodo de estudio, pero el mayor incremento se produce en los documentos sin colaboración que al final del periodo prácticamente igualan el impacto medio de los documentos en colaboración internacional.

Por otra parte, se plantea la necesidad de conocer si existen diferencias en el número de citas por documento en función del tipo de colaboración presente en los documentos. Para ello, en la Figura 4.40 se muestra la distribución del número de citas por documento según el tipo de colaboración en las tres áreas.

Figura 4.40. Distribución de las citas (V3) por documento por tipo de colaboración y por áreas



Para las tres áreas, los documentos en colaboración internacional presentan más citas por documento que los documentos en colaboración nacional o sin colaboración ( $p < 0,000$ ).

#### - Factor de Impacto

El Factor de Impacto medio de las revistas de publicación de los documentos, ponderado en función del número de documentos publicado en cada revista, se muestra por tipo de colaboración y área en la Tabla 4.41.

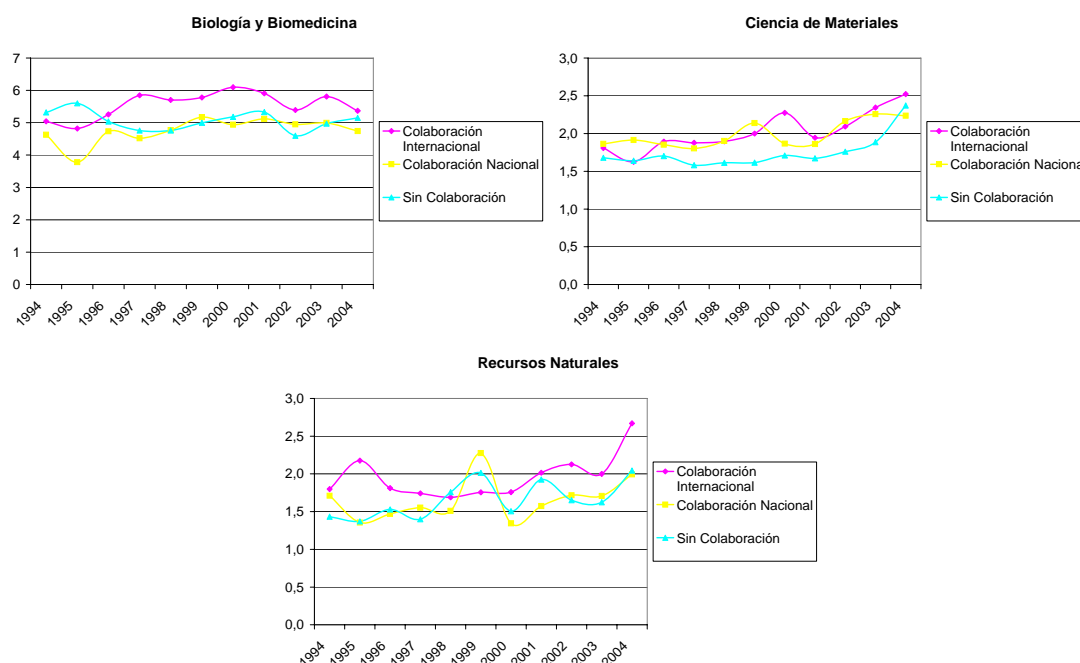
Tabla 4.41. Evolución del Factor de Impacto medio por tipo de colaboración y áreas

Tipo colab.	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Total	Incr
<b>Biol. y Biomed.</b>													
Colab. Int.	5,045	4,822	5,257	5,848	5,704	5,782	6,097	5,908	5,393	5,810	5,370	5,59	6
Colab. Nac.	4,628	3,780	4,735	4,521	4,770	5,173	4,939	5,120	4,949	4,994	4,743	4,79	2
Sin Colab.	5,321	5,600	5,040	4,759	4,762	4,998	5,183	5,329	4,600	4,973	5,150	5,06	-3
Total	5,027	4,832	5,012	5,046	5,096	5,332	5,390	5,476	5,004	5,304	5,079	5,16	1
<b>CC. Materiales</b>													
Colab. Int.	1,808	1,625	1,893	1,877	1,896	2,000	2,275	1,945	2,093	2,344	2,522	2,05	40
Colab. Nac.	1,862	1,913	1,852	1,802	1,902	2,138	1,865	1,861	2,164	2,257	2,236	2,00	20
Sin Colab.	1,679	1,640	1,701	1,581	1,613	1,615	1,709	1,672	1,760	1,886	2,372	1,74	41
Total	1,774	1,703	1,813	1,765	1,813	1,941	2,020	1,848	2,022	2,199	2,405	1,94	36
<b>Rec. Naturales</b>													
Colab. Int.	1,799	2,176	1,811	1,742	1,689	1,756	1,759	2,016	2,126	2,000	2,670	1,98	48
Colab. Nac.	1,710	1,356	1,469	1,553	1,510	2,276	1,343	1,574	1,717	1,707	1,993	1,66	17
Sin Colab.	1,434	1,371	1,529	1,398	1,758	2,013	1,505	1,926	1,652	1,625	2,044	1,65	43
Total	1,592	1,602	1,601	1,554	1,659	1,977	1,562	1,862	1,874	1,805	2,293	1,78	44

Se observa como los documentos en colaboración internacional tienden a presentar el mayor Factor de Impacto medio durante todo el periodo en las tres áreas, mostrando además el mayor incremento a lo largo del periodo en el caso de Biología y Biomedicina y Recursos Naturales.

En la Figura 4.41 se presenta en detalle el incremento del Factor de Impacto medio para los tres tipos de colaboración en las tres áreas de análisis.

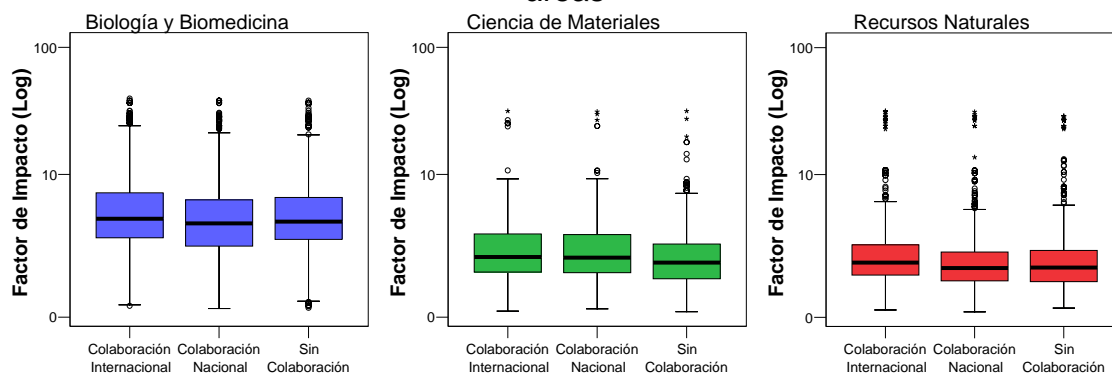
Figura 4.41. Evolución del Factor de Impacto medio por tipo de colaboración por áreas



En Biología y Biomedicina se observa claramente que los documentos en colaboración internacional muestran una mayor tendencia ascendente en su Factor de Impacto que los documentos realizados con otro tipo de colaboración, aunque el incremento es pequeño y el Factor de Impacto muestra una tendencia bastante estable a lo largo del periodo en los tres tipos de colaboración. Por su parte, en Ciencia de Materiales los documentos de los tres tipos de colaboración presentan un crecimiento sostenido en su Factor de Impacto medio que ha sido particularmente importante al final del periodo. Finalmente, en Recursos Naturales el Factor de Impacto de los documentos en colaboración nacional presenta una evolución muy irregular, mientras que en el caso de los documentos en colaboración internacional y sin colaboración ofrece una tendencia creciente especialmente durante los últimos años de estudio.

En este caso también se ha procedido a analizar la distribución del Factor de Impacto de los documentos para los tres tipos de colaboración (Figura 4.42). Los documentos en colaboración internacional en las tres áreas tienden a publicarse en revistas de mayor Factor de Impacto que los documentos con otro tipo de colaboración, detectándose diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,001$ ).

Figura 4.42. Distribución del Factor de Impacto por tipo de colaboración y por áreas



- *Posición Normalizada*

En lo que respecta a la Posición Normalizada de los documentos se observa que los mayores valores corresponden a Biología y Biomedicina, que tiende a publicar en revistas situadas en el primer cuartil de sus disciplinas (PN=0,80), seguido de Ciencia de Materiales (PN=0,73) y Recursos Naturales (PN=0,66). La evolución temporal de la Posición Normalizada según el tipo de colaboración se presenta en la Tabla 4.42.

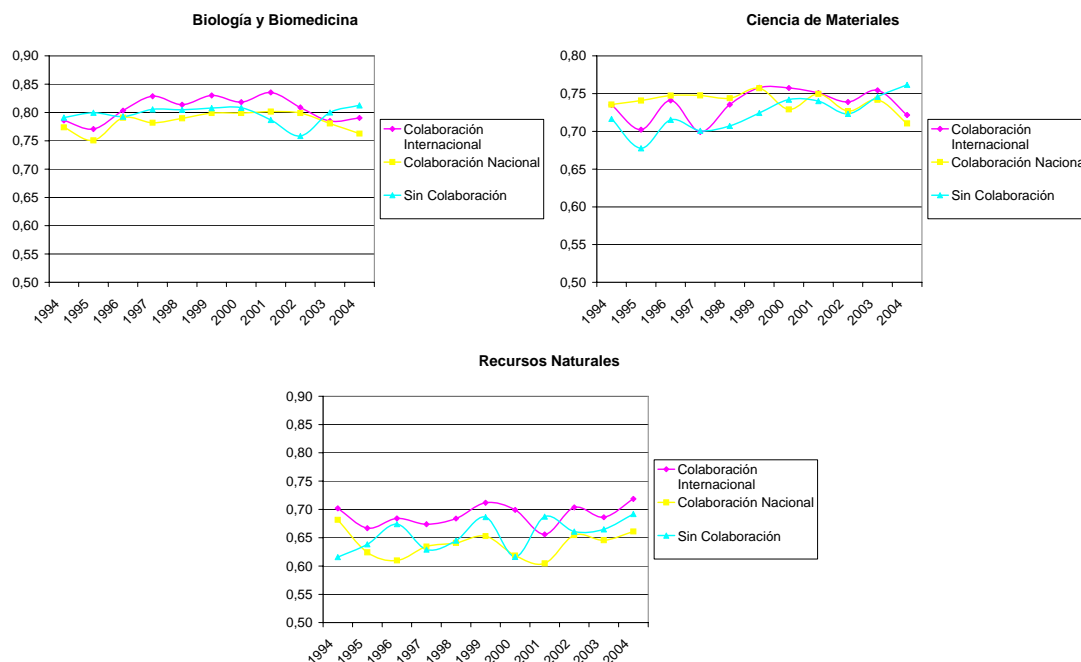
Tabla 4.42. Evolución de la Posición Normalizada por tipo de colaboración y áreas

Tipo colab.	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Total	Incr
<b>Biol. y Biomed.</b>													
Colab. Int.	0,79	0,77	0,80	0,83	0,81	0,83	0,82	0,84	0,81	0,78	0,79	0,81	1
Colab. Nac.	0,77	0,75	0,79	0,78	0,79	0,80	0,80	0,80	0,80	0,78	0,76	0,79	-1
Sin Colab.	0,79	0,80	0,79	0,81	0,80	0,81	0,81	0,79	0,76	0,80	0,81	0,80	3
Total	0,78	0,78	0,80	0,81	0,80	0,81	0,81	0,81	0,79	0,79	0,79	0,80	0
<b>CC. Materiales</b>													
Colab. Int.	0,73	0,70	0,74	0,70	0,74	0,76	0,76	0,75	0,74	0,75	0,72	0,74	-2
Colab. Nac.	0,74	0,74	0,75	0,75	0,74	0,76	0,73	0,75	0,73	0,74	0,71	0,74	-3
Sin Colab.	0,72	0,68	0,72	0,70	0,71	0,72	0,74	0,74	0,72	0,75	0,76	0,72	6
Total	0,73	0,70	0,73	0,71	0,73	0,75	0,75	0,75	0,73	0,75	0,73	0,73	0
<b>Rec. Naturales</b>													
Colab. Int.	0,70	0,67	0,68	0,67	0,68	0,71	0,70	0,66	0,70	0,69	0,72	0,69	2
Colab. Nac.	0,68	0,62	0,61	0,63	0,64	0,65	0,62	0,60	0,65	0,65	0,66	0,64	-3
Sin Colab.	0,62	0,64	0,67	0,63	0,64	0,69	0,62	0,69	0,66	0,66	0,69	0,65	12
Total	0,65	0,64	0,66	0,65	0,66	0,69	0,65	0,65	0,68	0,67	0,69	0,66	6

De acuerdo con los datos presentados en la Tabla 4.42, los documentos en colaboración internacional tienden a situarse en revistas ligeramente mejor posicionadas dentro de su disciplina que los restantes documentos en Biología y Biomedicina y Recursos Naturales.

En la Figura 4.43 se ofrece la evolución de la Posición Normalizada de los tres tipos de colaboración para las tres áreas.

Figura 4.43. Evolución de la Posición Normalizada media por tipo de colaboración y por áreas

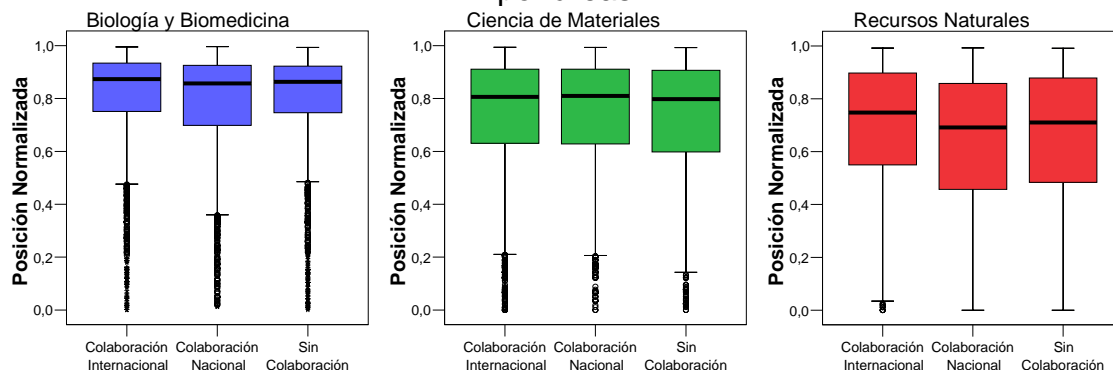


En Biología y Biomedicina los mayores valores se sitúan en los años 1997-2001 para los documentos en colaboración internacional, observándose luego un ligero descenso en la Posición Normalizada en los últimos años. En Ciencia de Materiales el mayor incremento en la Posición Normalizada se produce en los documentos sin colaboración, detectándose un descenso en la posición normalizada de los documentos en colaboración internacional a partir de 1999. Finalmente, en Recursos Naturales se detecta que el crecimiento en la Posición Normalizada es mayor también para los documentos sin colaboración que para los otros dos tipos de colaboración.



En la Figura 4.44 se encuentran diferencias significativas entre la Posición Normalizada de los documentos en colaboración internacional y el resto ( $p < 0,05$ ) para las tres áreas científicas. Destaca el caso de Recursos Naturales donde se ha encontrado que los documentos sin colaboración presentan significativamente mejores Posiciones Normalizadas que los documentos en colaboración nacional ( $p < 0,05$ ).

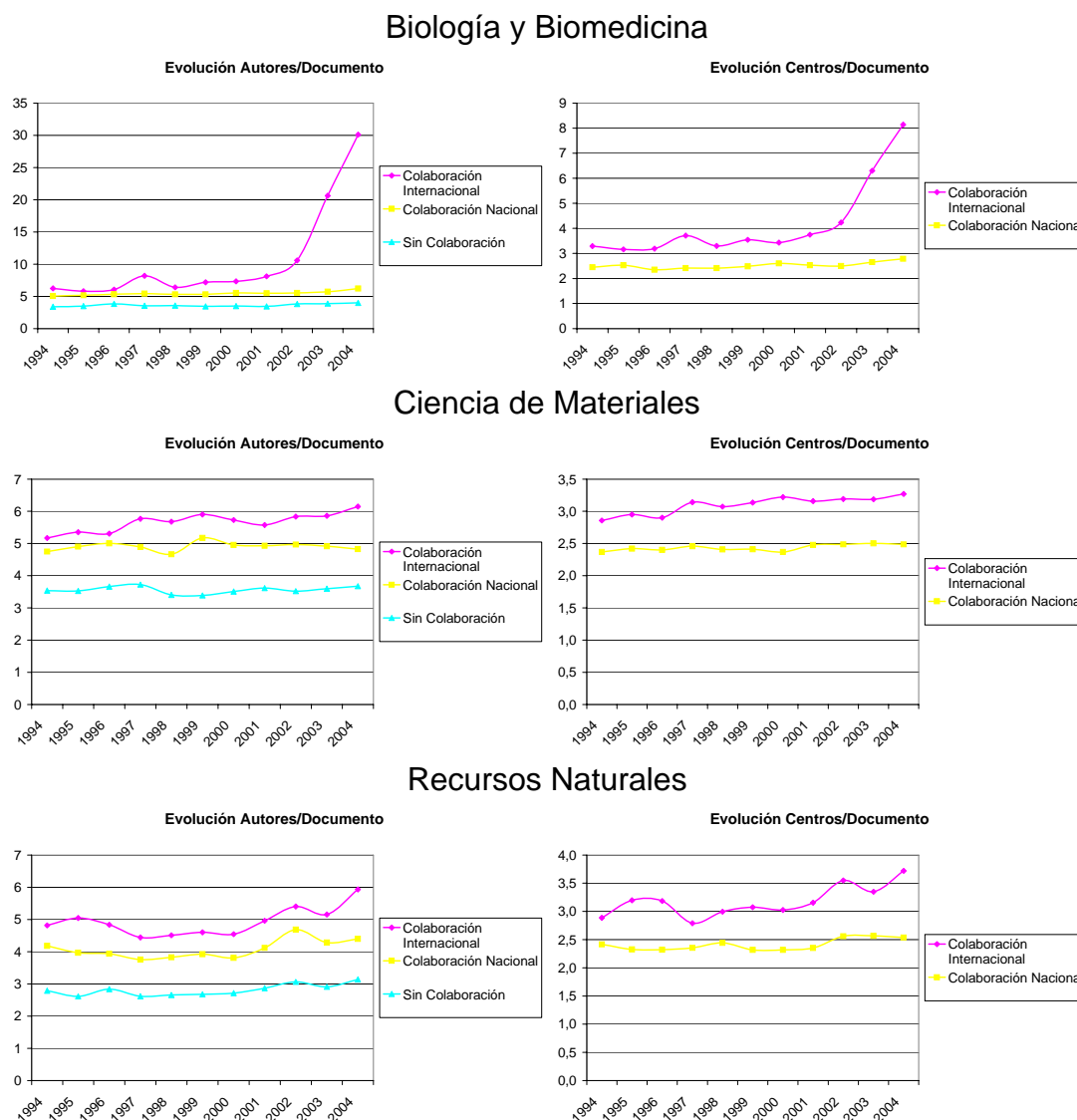
Figura 4.44. Distribución de la Posición Normalizada por tipo de colaboración y por áreas



- *Evolución del número de Autores y Centros por documento*

Por otra parte se presenta la evolución temporal del número medio de autores y centros por documento durante el periodo estudiado atendiendo a la colaboración científica (Figura 4.45).

Figura 4.45. Evolución temporal del número medio de autores y centros por documento



Los documentos en colaboración internacional presentan más autores y centros por documento que los documentos en colaboración nacional, observándose además esta tendencia a lo largo de todo el periodo de estudio. Para el caso concreto de Biología y Biomedicina se constata un espectacular incremento del número de autores por documento en el final del periodo, el cual se debe al efecto de 36 documentos publicados por un investigador del Instituto de Biología Molecular del Cáncer de Salamanca que tiene documentos con más de 300 coautores. La razón de esta multiautoría se debe a que dicho investigador se integra a partir de 2001 en un grupo internacional ("*Delphi collaboration*") en cuyos documentos participa un número muy alto de coautores y centros.

#### 4.1.4.3. Colaboración Internacional: impacto por zonas geográficas y países de colaboración

En este apartado se analizan los documentos en colaboración internacional en función de las principales zonas geográficas implicadas. Con este fin, se contemplan 5 zonas de países: América del Norte (donde destaca Estados Unidos), Latinoamérica (de gran importancia para la colaboración española), la Unión Europea de los 15 (incluyendo países del entorno europeo cercano como Francia, Reino Unido, Alemania, etc.), Otros países europeos (con Suiza como principal representante) y finalmente Otros países, donde se encuadran países como Japón o Australia.

##### - Documentos

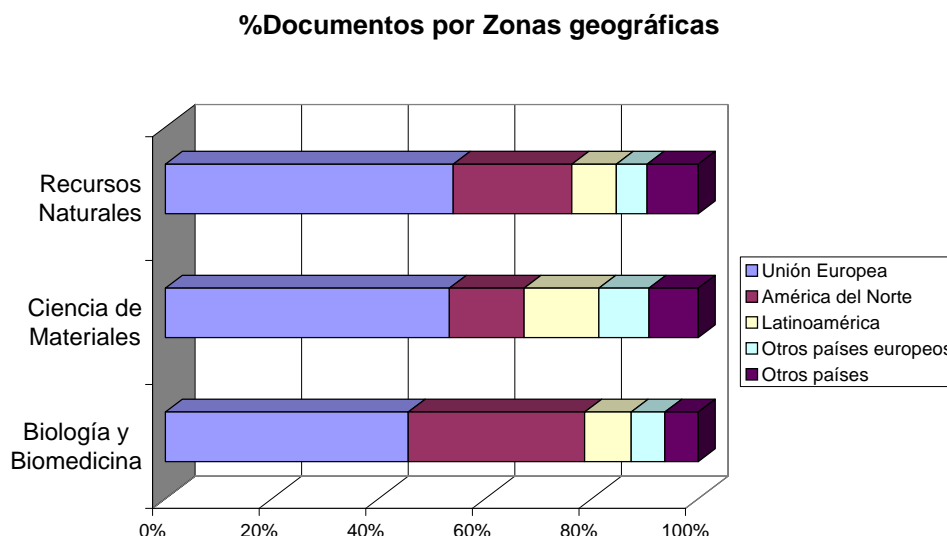
La Tabla 4.43 muestra la evolución del número de documentos en colaboración internacional en función de las principales zonas geográficas implicadas.

Tabla 4.43. Evolución temporal de la producción por zonas geográficas de colaboración y áreas

Zonas	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Total	Incr
<b>Biol. y Biomed.</b> (N. Docs. Col. Int.= 3171)													
América del Norte	110	115	138	134	165	174	148	148	124	163	110	1529	0
Latinoamérica	22	30	19	33	35	37	40	42	41	54	50	403	127
Otros países	13	16	20	14	24	27	16	25	38	49	47	289	262
Otros países europeos	26	14	16	19	30	26	15	24	28	49	45	292	73
Unión Europea	176	185	171	226	218	216	163	190	196	203	161	2105	-9
<b>CC. Materiales</b> (N. Docs. Col. Int.= 4144)													
América del Norte	54	59	53	60	43	69	61	65	74	61	48	647	-11
Latinoamérica	32	60	71	57	67	81	83	76	69	69	75	740	134
Otros países	20	27	30	40	44	55	61	70	57	47	38	489	90
Otros países europeos	41	42	48	41	48	54	39	37	54	39	53	496	29
Unión Europea	184	235	211	275	250	273	276	271	309	263	267	2814	45
<b>Rec. Naturales</b> (N. Docs. Col. Int.= 2278)													
América del Norte	48	44	78	58	62	61	62	75	64	61	60	673	25
Latinoamérica	14	11	10	16	16	28	24	29	41	30	33	252	136
Otros países	11	10	26	26	31	23	20	26	34	42	42	291	282
Otros países europeos	8	8	6	10	10	19	18	15	25	28	27	174	238
Unión Europea	92	118	115	122	143	186	161	168	190	183	155	1633	69

En la Figura 4.46 se presenta la distribución del porcentaje de documentos en colaboración internacional considerando las zonas geográficas de colaboración.

Figura 4.46. Distribución porcentaje de documentos por zonas geográficas de colaboración internacional



La colaboración con países de la Unión Europea es la más frecuente en todas las áreas y está presente en más del 40% de los documentos en colaboración internacional. América del Norte es la segunda región con la que más se colabora en Biología y Biomedicina (48%) y en Recursos Naturales (30%), mientras que en Ciencia de Materiales está presente en el 16% de los documentos, superada ligeramente por la colaboración con países Latinoamericanos (18%).

A lo largo del periodo se incrementa significativamente la colaboración con Latinoamérica y otros países. La colaboración con América del Norte permanece bastante estable en Biología y Biomedicina y en Ciencia de Materiales, y muestra cierto incremento en Recursos Naturales.

#### - Citas (V3)

Se ha analizado la evolución de las citas (V3) que reciben los documentos en colaboración internacional en función de las zonas geográficas de colaboración (Tabla 4.44).

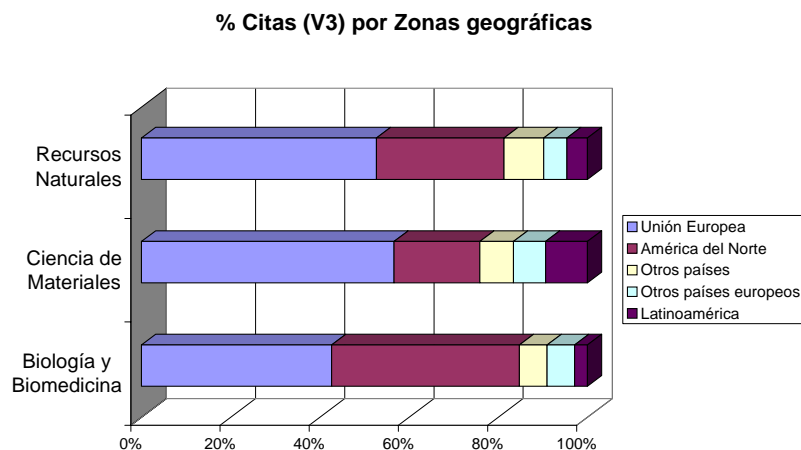
Tabla 4.44. Evolución temporal de las citas (V3) por zonas geográficas de colaboración y áreas

Zonas	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Total	Incr
<b>Biol. y Biomed.</b> (N. Docs. Col. Int.= 3171)											
América del Norte	1308	2226	1926	3182	3572	2591	2195	2343	1642	20985	26
Latinoamérica	88	226	80	185	157	138	121	250	193	1438	119
Otros países	200	159	186	746	489	275	161	327	561	3104	181
Otros países europeos	583	176	261	727	317	387	164	214	238	3067	-59
Unión Europea	2550	2141	2152	3157	2636	2512	1963	2022	2123	21256	-17
<b>CC. Materiales</b> (N. Docs. Col. Int.= 4144)											
América del Norte	275	425	306	386	377	367	524	499	375	3534	36
Latinoamérica	102	189	193	126	195	216	336	210	160	1727	57
Otros países	24	87	134	133	231	165	174	234	208	1390	767
Otros países europeos	130	147	164	131	132	152	118	163	187	1324	44
Unión Europea	844	1130	980	1174	1125	1303	1071	1141	1650	10418	96
<b>Rec. Naturales</b> (N. Docs. Col. Int.= 2278)											
América del Norte	225	207	390	269	294	325	424	342	405	2881	80
Latinoamérica	37	17	25	32	50	79	56	76	93	465	151
Otros países	105	30	131	111	114	100	65	95	144	895	37
Otros países europeos	9	12	17	78	26	66	89	80	147	524	1533
Unión Europea	411	408	435	381	531	883	631	789	837	5306	104

Nota: V3= ventana de citación de 3 años.

En la Figura 4.47 se presenta la distribución del porcentaje de citas recibidas por los documentos (ventana de citación de 3 años) en función de las diferentes zonas geográficas de colaboración.

Figura 4.47. Distribución del porcentaje de citas (V3) por zonas geográficas de colaboración internacional y áreas



De acuerdo con la Tabla 4.44 y la Figura 4.47, en Biología y Biomedicina se puede destacar el mayor peso de las citas recibidas por los documentos en colaboración con la Unión Europea (42%) y con América del Norte (42%), aunque para ambas zonas geográficas se observa un ligero descenso en el último año.

Ciencia de Materiales recibe el mayor número de citas cuando colabora con la Unión Europea (57%) y América del Norte (19%) detectándose un incremento positivo en el primer caso. Los documentos publicados con los países de América Latina proporcionan el 9% de las citas de los documentos en colaboración internacional.

El mismo patrón que en Ciencia de Materiales se observa en Recursos Naturales, caracterizado por una mayor concentración de citas en los documentos en colaboración con América del Norte (27%) y la Unión Europea (53%), y por un incremento positivo en el número de citas procedentes de documentos con ambas zonas geográficas.

- *Citas (V3) por Documento*

Especialmente interesante es el análisis de la evolución de las citas (V3) recibidas por los trabajos en colaboración internacional (Tabla 4.45).

Tabla 4.45. Evolución temporal de las citas (V3) por documento por zonas geográficas de colaboración y áreas

Zonas	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Total	Incr
<b>Biol. y Biomed.</b> (N. Docs. Col. Int.= 3171)											
América del Norte	11,89	19,36	13,96	23,75	21,65	14,89	14,83	15,83	13,24	16,71	11
Latinoamérica	4,00	7,53	4,21	5,61	4,49	3,73	3,03	5,95	4,71	4,81	18
Otros países	15,38	9,94	9,30	53,29	20,38	10,19	10,06	13,08	14,76	16,08	-4
Otros países europeos	22,42	12,57	16,31	38,26	10,57	14,88	10,93	8,92	8,50	15,49	-62
Unión Europea	14,49	11,57	12,58	13,97	12,09	11,63	12,04	10,64	10,83	12,21	-25
<b>CC. Materiales</b> (N. Docs. Col. Int.= 4144)											
América del Norte	5,09	7,20	5,77	6,43	8,77	5,32	8,59	7,68	5,07	6,57	-1
Latinoamérica	3,19	3,15	2,72	2,21	2,91	2,67	4,05	2,76	2,32	2,90	-27
Otros países	1,20	3,22	4,47	3,33	5,25	3,00	2,85	3,34	3,65	3,44	204
Otros países europeos	3,17	3,50	3,42	3,20	2,75	2,81	3,03	4,41	3,46	3,28	9
Unión Europea	4,59	4,81	4,64	4,27	4,50	4,77	3,88	4,21	5,34	4,56	16
<b>Rec. Naturales</b> (N. Docs. Col. Int.= 2278)											
América del Norte	4,69	4,70	5,00	4,64	4,74	5,33	6,84	4,56	6,33	5,22	35
Latinoamérica	2,64	1,55	2,50	2,00	3,13	2,82	2,33	2,62	2,27	2,46	-14
Otros países	9,55	3,00	5,04	4,27	3,68	4,35	3,25	3,65	4,24	4,32	-56
Otros países europeos	1,13	1,50	2,83	7,80	2,60	3,47	4,94	5,33	5,88	4,40	423
Unión Europea	4,47	3,46	3,78	3,12	3,71	4,75	3,92	4,70	4,41	4,10	-1

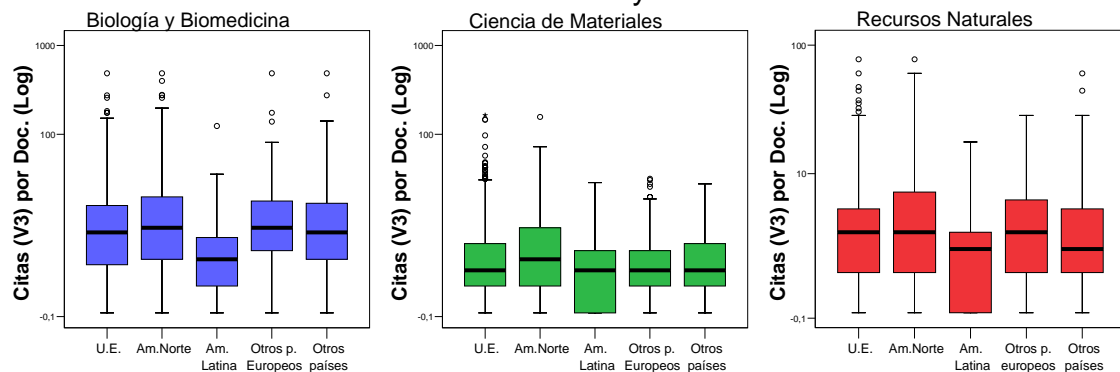
La Tabla 4.45 muestra claramente como los documentos en colaboración con América del Norte concentran en todos los casos el mayor ratio de citas por documento, mientras que el menor es observado siempre para los documentos en colaboración con países de Latinoamérica. En Biología y Biomedicina también hay que destacar los ratios de citas por documento de la colaboración con otros países y otros países europeos, los cuales en algunos momentos del periodo presentan valores superiores al ratio observado incluso para los documentos en colaboración con América del Norte.

En el caso de Ciencia de Materiales, la colaboración con América del Norte presenta los mejores rendimientos en cuanto a citas por documento, pero se acusa cierto descenso en el último año. Sin embargo, la colaboración con países de la Unión Europea presenta un suave incremento positivo además de ser la segunda zona geográfica de colaboración en ratio de citas por documento.

Por su parte, Recursos Naturales consigna un incremento en las citas para el caso de la colaboración con América del Norte y un ligero descenso en el ratio de citas por documento en la colaboración con países de la Unión Europea.

La distribución de las citas por documento para el total del periodo se presenta también en la Figura 4.48.

Figura 4.48. Distribución de las citas (V3) por documento por zonas geográficas de colaboración y áreas



Para las tres áreas se comprueba que los documentos en colaboración con América del Norte son los que reciben más citas, mientras que la menor citación se detecta en los documentos en colaboración con América Latina ( $p < 0,05$ ).

#### - *Factor de Impacto*

La evolución temporal del Factor de Impacto en función de las zonas geográficas con las que se colabora se muestra en la Tabla 4.46.

Tabla 4.46. Evolución temporal del Factor de Impacto medio por zonas geográficas de colaboración y áreas

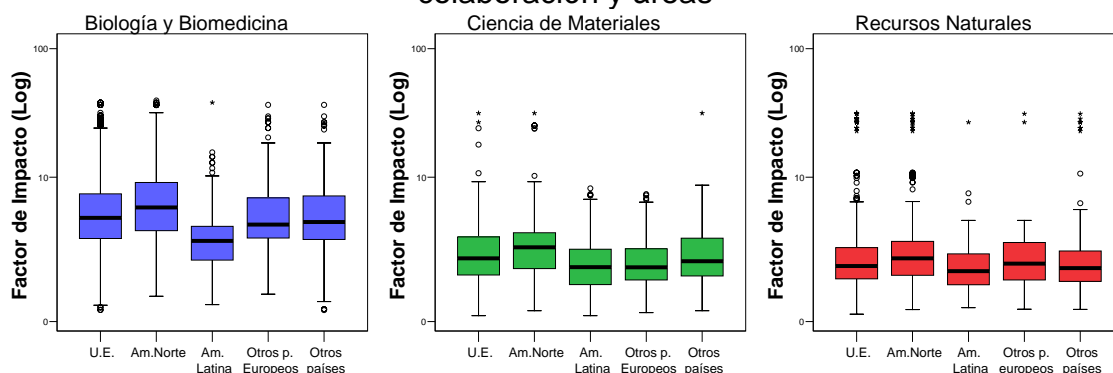
Zonas	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Total	Incr
<b>Biol. y Biomed.</b> (N. Docs. Col. Int.= 3171)													
América del Norte	6,990	7,793	6,630	8,656	8,061	7,491	7,487	7,083	5,878	7,189	6,151	7,263	-12
Latinoamérica	2,500	4,063	2,019	3,252	3,403	2,728	2,377	3,285	3,100	3,252	3,604	3,125	44
Otros países	4,878	3,875	6,097	10,025	6,214	5,233	8,220	5,817	5,902	4,797	4,864	5,688	0
Otros países europeos	5,384	7,701	6,709	11,032	4,721	5,718	6,256	4,965	5,316	5,185	4,608	5,749	-14
Unión Europea	6,619	5,766	5,785	6,045	5,712	6,351	6,952	6,232	5,886	6,312	5,207	6,077	-21
<b>CC. Materiales</b> (N. Docs. Col. Int.= 4144)													
América del Norte	2,325	2,397	2,377	2,125	3,193	3,028	3,775	2,489	2,560	3,192	3,881	2,840	67
Latinoamérica	1,512	1,302	1,367	1,492	1,533	1,448	1,762	1,432	1,760	1,887	1,737	1,579	15
Otros países	1,725	1,698	2,155	1,461	1,634	1,987	2,046	1,928	2,126	2,274	3,075	2,026	78
Otros países europeos	1,399	1,547	1,396	1,410	1,305	1,672	1,678	1,924	1,786	2,065	1,997	1,659	43
Unión Europea	2,054	1,782	2,066	2,048	1,976	2,202	2,266	1,961	2,224	2,548	2,780	2,185	35
<b>Rec. Naturales</b> (N. Docs. Col. Int.= 2278)													
América del Norte	2,616	2,714	2,802	2,000	2,308	1,918	2,530	2,680	3,673	2,262	3,815	2,673	46
Latinoamérica	0,934	1,482	1,246	2,753	1,516	1,322	1,288	1,323	1,805	1,598	1,623	1,552	74
Otros países	3,906	3,887	3,844	2,017	1,605	1,382	1,291	2,163	2,215	2,134	2,636	2,313	-33
Otros países europeos	0,975	0,660	1,144	3,904	1,020	1,610	1,557	1,337	1,777	2,207	3,580	2,023	267
Unión Europea	2,186	2,343	1,921	1,272	1,893	1,971	1,716	2,053	1,902	1,986	2,885	2,011	32

De nuevo los documentos en colaboración con América del Norte son los que presentan los mayores promedios de Factor de Impacto en las tres áreas, seguidos de los documentos en colaboración con países de la Unión Europea (Biología y Biomedicina y Ciencia de Materiales). En lo que respecta a las tendencias temporales, se observa una evolución ascendente en el Factor de Impacto de los documentos en colaboración con América del Norte en Ciencia de Materiales y Recursos Naturales, mientras que en Biología y Biomedicina el Factor de Impacto desciende ligeramente.

Nuevamente se detecta que los documentos en colaboración con América Latina tienden a publicarse en revistas de menor Factor de Impacto. Esto puede ser analizado en la Figura 4.49.



Figura 4.49. Distribución del Factor de Impacto por zonas geográficas de colaboración y áreas



De este modo, los documentos en colaboración con América del Norte están publicados en revistas de mayor Factor de impacto que el resto de documentos, mientras que lo contrario sucede para los documentos en colaboración con América Latina ( $p < 0,05$ ).

- *Posición Normalizada*

En cuanto a la Posición Normalizada, en la Tabla 4.47 se presenta su evolución temporal considerando las grandes zonas de colaboración.

Tabla 4.47. Evolución temporal de la Posición Normalizada media por zonas geográficas de colaboración y áreas

Zonas	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Total	Incr
<b>Biol. y Biomed.</b> (N. Docs. Col. Int.= 3171)													
América del Norte	0,86	0,86	0,84	0,89	0,85	0,88	0,85	0,88	0,84	0,84	0,81	0,86	-5
Latinoamérica	0,61	0,65	0,62	0,70	0,76	0,66	0,67	0,75	0,69	0,69	0,69	0,69	13
Otros países	0,84	0,69	0,78	0,87	0,78	0,81	0,85	0,83	0,76	0,73	0,78	0,78	-7
Otros países europeos	0,81	0,75	0,77	0,91	0,84	0,82	0,82	0,75	0,79	0,78	0,75	0,79	-7
Unión Europea	0,81	0,81	0,81	0,84	0,82	0,83	0,85	0,83	0,83	0,81	0,80	0,82	-2
<b>CC. Materiales</b> (N. Docs. Col. Int.= 4144)													
América del Norte	0,78	0,83	0,81	0,78	0,84	0,85	0,85	0,80	0,82	0,81	0,79	0,82	1
Latinoamérica	0,74	0,66	0,69	0,68	0,72	0,63	0,72	0,70	0,66	0,69	0,65	0,68	-12
Otros países	0,73	0,74	0,84	0,66	0,69	0,79	0,76	0,77	0,72	0,71	0,69	0,74	-6
Otros países europeos	0,72	0,67	0,70	0,67	0,67	0,75	0,68	0,73	0,71	0,73	0,71	0,70	-1
Unión Europea	0,75	0,72	0,75	0,70	0,75	0,77	0,77	0,75	0,76	0,77	0,74	0,75	-2
<b>Rec. Naturales</b> (N. Docs. Col. Int.= 2278)													
América del Norte	0,69	0,75	0,75	0,75	0,71	0,75	0,75	0,71	0,76	0,78	0,71	0,74	3
Latinoamérica	0,59	0,68	0,68	0,67	0,74	0,60	0,59	0,61	0,66	0,58	0,67	0,64	14
Otros países	0,78	0,69	0,65	0,59	0,69	0,68	0,68	0,65	0,77	0,63	0,66	0,67	-14
Otros países europeos	0,59	0,40	0,62	0,72	0,71	0,72	0,62	0,62	0,68	0,75	0,83	0,69	39

Zonas	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Total	Incr
Unión Europea	0,68	0,67	0,69	0,66	0,68	0,71	0,71	0,66	0,71	0,70	0,74	0,69	8

Para el caso de la Posición Normalizada de las revistas de publicación se observa el mismo patrón detectado previamente para el Factor de Impacto, de manera que los documentos en colaboración con América del Norte y la Unión Europea presentan los promedios de Posición Normalizada más altos para las tres áreas, mientras que los valores más bajos se observan en los documentos realizados en colaboración con América Latina.

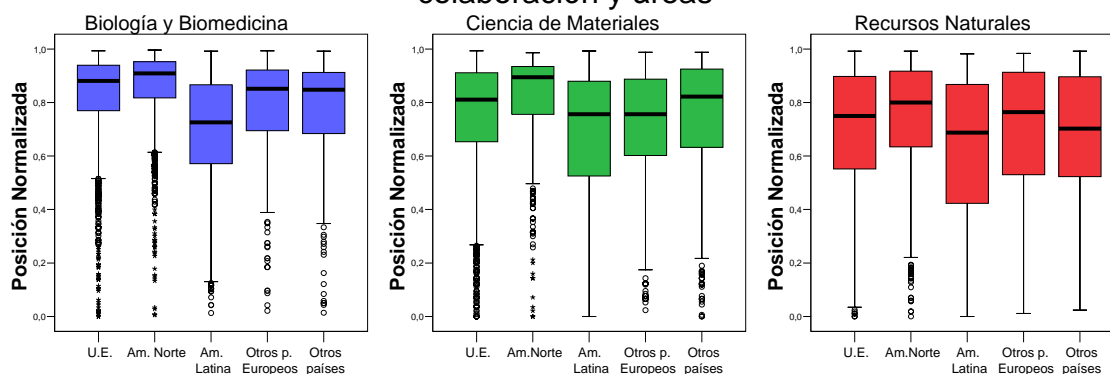
En Biología y Biomedicina los documentos en colaboración internacional tienden a publicarse en revistas del primer cuartil ( $PN > 0,75$ ), excepto en el caso de colaboración con Latinoamérica. No obstante, la Posición Normalizada de los documentos en colaboración con Latinoamérica es la única que presenta un incremento positivo a lo largo del tiempo.

En Ciencia de Materiales, los documentos en colaboración con América del Norte y la Unión Europea presentan las mejores posiciones, y suelen estar publicados en revistas del primer cuartil ( $PN > 0,75$ ). Por otra parte esta área muestra un ligero descenso en la Posición Normalizada, con la excepción de los documentos en colaboración con América del Norte.

Finalmente, los documentos de Recursos Naturales no llegan a situarse en revistas del primer cuartil; presentan los mejores valores de Posición Normalizada en la colaboración con América del Norte, como también sucedía en Ciencia de Materiales y Biología y Biomedicina; y los valores más bajos en la producción en colaboración con países de Latinoamérica.

En la Figura 4.50 se presenta la distribución de la Posición Normalizada de los documentos según las zonas geográficas de colaboración y las áreas.

Figura 4.50. Distribución de la Posición Normalizada por zonas geográficas de colaboración y áreas



En este caso (Figura 4.50) también se observa como los documentos en colaboración con América del Norte se encuentran publicados en revistas mejor posicionadas que los realizados con el resto de zonas, mientras que lo contrario sucede para los documentos en colaboración con países de América Latina ( $p < 0,05$ ).

Finalmente, en la Tabla Anexo 4.1 (Biología y Biomedicina), Tabla Anexo 4.2 (Ciencia de Materiales) y Tabla Anexo 4.3 (Recursos Naturales) del Anexo 4 se muestra el impacto medio de la producción de las distintas áreas para los principales países colaboradores.

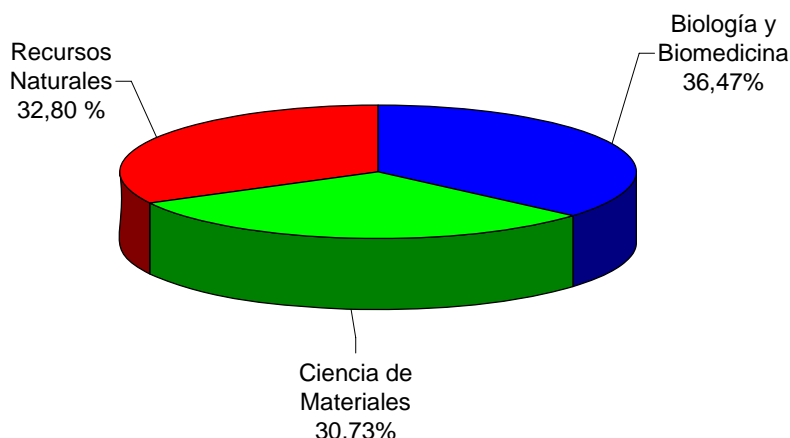
## **4.2. Análisis a nivel individual: análisis micro**

En este apartado se presentan los principales resultados a nivel individual, basados por tanto en el análisis de la actividad de los 1064 investigadores objeto de estudio organizados por áreas científicas.

### **4.2.1. Descripción general de la población de investigadores**

En esta sección se realiza una descripción general de los investigadores analizados con especial atención a su edad y fecha de ingreso en el CSIC, su distribución por categoría científica y su rendimiento científico de acuerdo a diferentes indicadores bibliométricos. En la Figura 4.51, se presenta la distribución por áreas científicas.

Figura 4.51. Distribución de los investigadores por áreas científicas

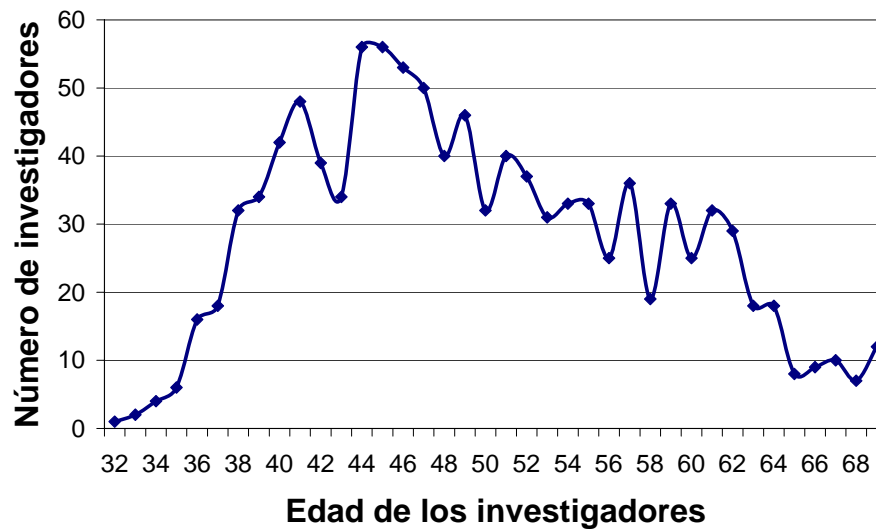


Como se puede observar, existe una distribución bastante homogénea de los investigadores por áreas (alrededor del 30% en cada una). El área con más investigadores es Biología y Biomedicina (388), seguida por Recursos Naturales (348) y Ciencia de Materiales (327).

#### **4.2.1.1. Distribución de los investigadores por edad y antigüedad en el CSIC**

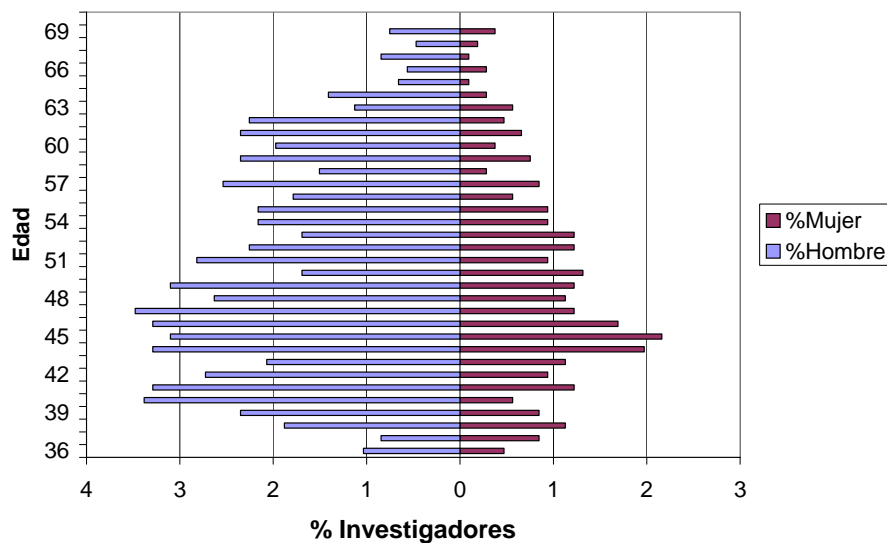
La distribución de los investigadores por edad (la edad en 2004), se puede analizar en la Figura 4.52, donde se observa que la edad con mayor número de investigadores está entre los entre 44 y 45 años, siendo muy bajo el número de investigadores con menos de 40 años (155 en total, el 15% de los investigadores).

Figura 4.52. Distribución del número de investigadores por edad



La pirámide de edad de la población de investigadores estudiada se presenta en la Figura 4.53, desagregada según el género de los científicos.

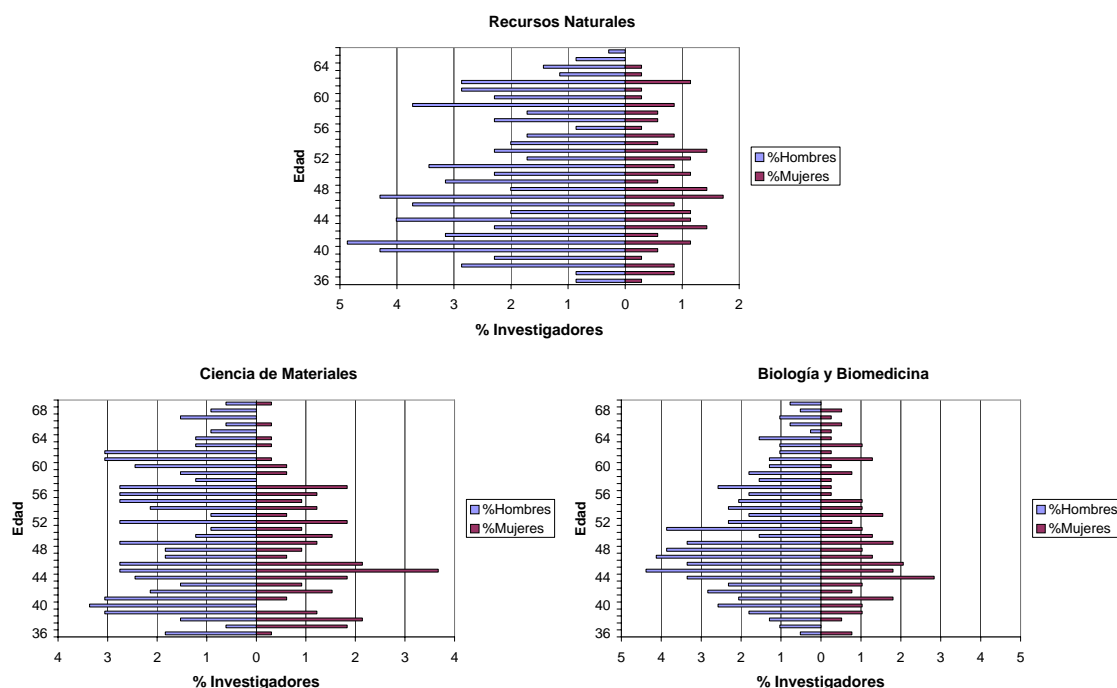
Figura 4.53. Pirámide de edad de los investigadores desagregada por género



Como muestra la Figura 4.53 existe un déficit muy importante en la población de investigadores en su base. En los hombres, la pirámide se estrecha en la franja entre 36 y 40 años, mientras que en las mujeres la franja es mayor, entre los 36 y 45 años. Además también se observa una baja presencia de mujeres entre el personal investigador, algo ya descrito por Mauleón y Bordons para la mayor parte de las áreas del CSIC (Mauleón y Bordons, 2006).

Las pirámides de edad también han sido obtenidas para cada una de las tres áreas por separado (Figura 4.54).

Figura 4.54. Pirámide de edad de los investigadores desagregada por género y por áreas



Las tres áreas muestran un patrón muy similar, caracterizado por una escasez de investigadores en la base siendo especialmente destacable en el área de Biología y Biomedicina (sólo el 8% de los investigadores de esta área tienen menos de 40 años), y algo menor en Recursos Naturales (10% de investigadores <40 años), mientras que en Ciencia de Materiales este estrechamiento es menos evidente (los menores de 40 años representan casi el 15% de los investigadores).

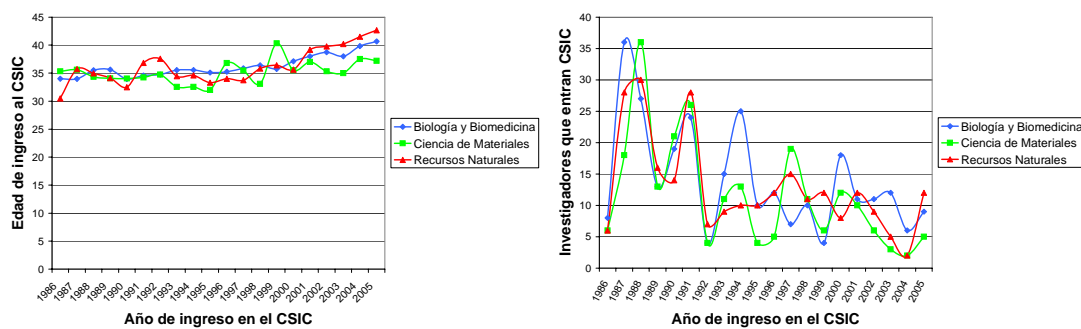
La edad a la que los investigadores entran a formar parte de la plantilla fija del CSIC se muestra en la Tabla 4.48.

Tabla 4.48. Edad media de acceso al CSIC de los investigadores

Área	N	Media $\pm$ DT	Mediana
Rec. Naturales	349	33,31 $\pm$ 5,44	33
Biol. y Biomed.	388	33,32 $\pm$ 4,45	33
CC. Materiales	327	32,07 $\pm$ 4,98	31
Total	1064	32,94 $\pm$ 4,99	32

La edad media de obtención de una plaza permanente de investigador es alrededor de los 32 años, siendo Ciencia de Materiales el área que presenta la edad de acceso más temprana (31 años de mediana), significativamente menor a la observada para las otras dos áreas (33 años) ( $p < 0,001$ ). Sin embargo, hay que tener en cuenta que estos datos se refieren al total de la plantilla investigadora activa en 2004, y que la edad de ingreso ha podido modificarse a lo largo de los años.

Figura 4.55. Evolución de la edad media de entrada en el CSIC (a) y del número de investigadores que entraron cada año (b): 1986-2005

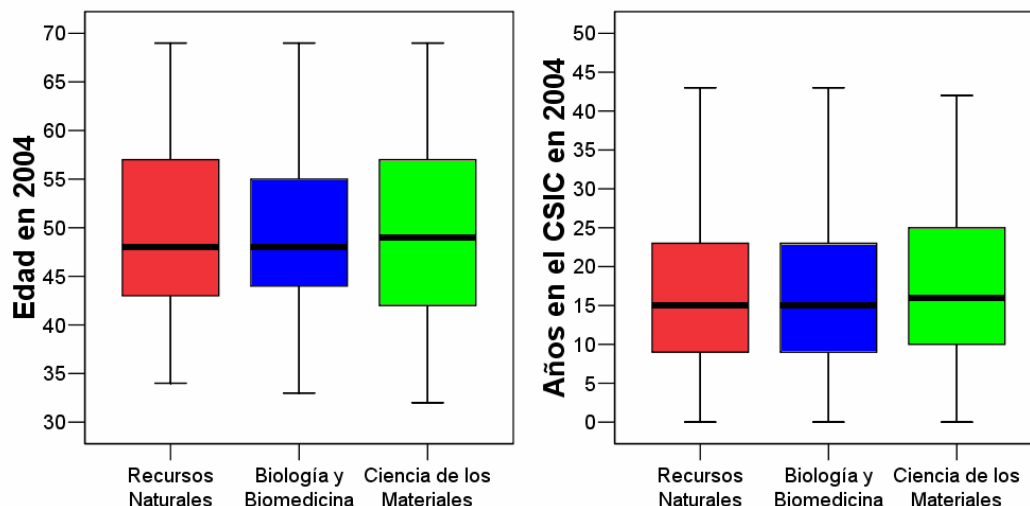


El estudio de la edad de ingreso en el CSIC (Figura 4.55) a lo largo de los años permite ver que para las tres áreas esta edad se ha incrementado paulatinamente con el tiempo, desde los 33 años de media en 1986 hasta los 41 años en 2005. Por áreas, la edad se incrementa desde los 34 a 41 años en Biología y Biomedicina, desde los 35 a los 37 en Ciencia de Materiales y desde los 31 a los 43 en Recursos Naturales. Entre los factores que explican esta tendencia se puede mencionar el menor número de investigadores que acceden a la institución en el periodo más reciente (menor número de ingresos al CSIC), lo cual hace que la competición para acceder sea más dura, favoreciendo a los investigadores de más edad, con currículums más amplios en detrimento de los más jóvenes que cuentan con una menor trayectoria científica.

En la Figura 4.55 destaca el hecho de que en los últimos años (2000-2005) los investigadores más jóvenes se han incorporado en Ciencia de Materiales, mientras que las incorporaciones de investigadores de más edad se dan en el área de Recursos Naturales, seguidas de Biología y Biomedicina.

La distribución de investigadores por edad y por años en el CSIC, agrupando los investigadores según sus áreas de adscripción, se muestra en la Figura 4.56 y en la Tabla Anexo 5.1 del Anexo 5 (fila Totales).

Figura 4.56. Distribución de los investigadores por edad y años en el CSIC

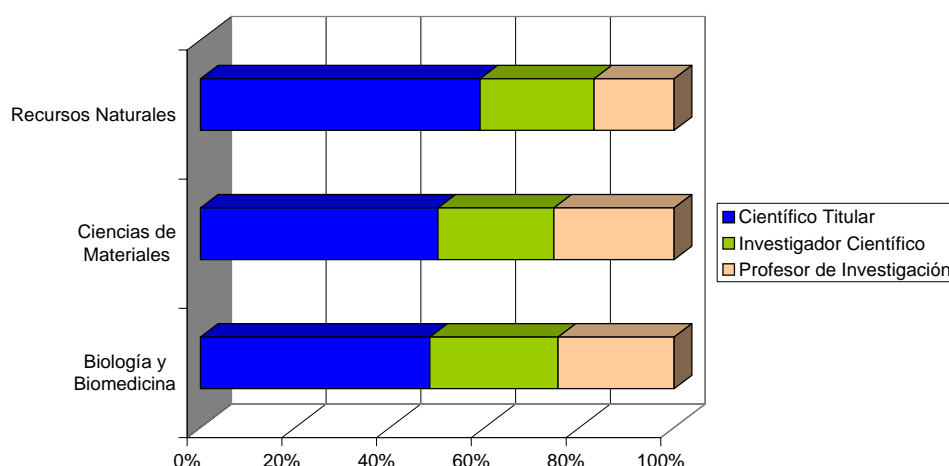


De acuerdo con la Figura 4.56 y los datos de la Tabla Anexo 5.1 los investigadores de las tres áreas presentan una distribución por edad muy similar, con una mediana de 49 años y 17 años de servicio en el CSIC, no siendo significativas las diferencias entre las áreas.

#### **4.2.1.2. Distribución de investigadores por Categoría Profesional**

Como ya se ha descrito, los investigadores del CSIC se organizan en tres categorías profesionales: Científico Titular, Investigador Científico y Profesor de Investigación. A continuación se presenta la distribución de investigadores por categorías profesionales en cada una de las tres áreas analizadas (Figura 4.57).

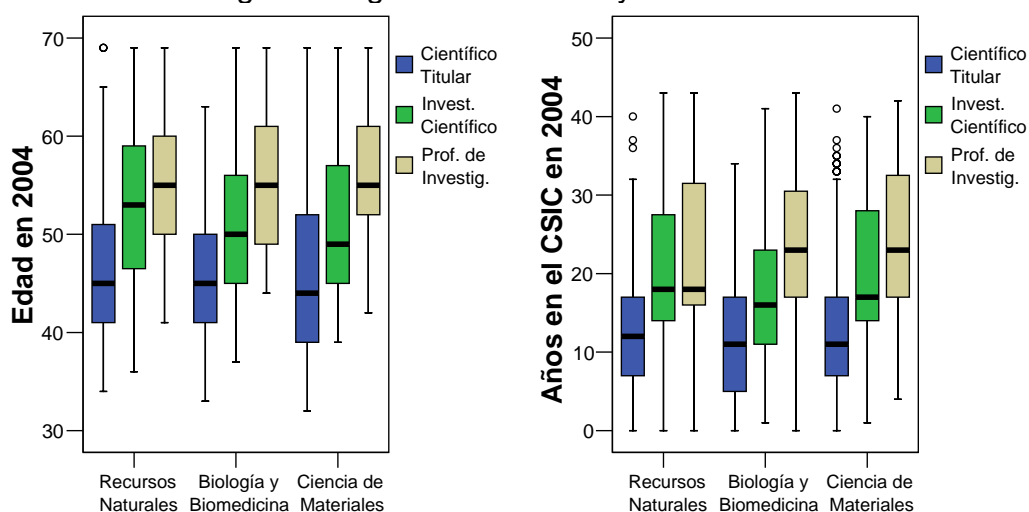
Figura 4.57. Distribución de los investigadores por Categoría Profesional



Las tres áreas presentan una distribución similar de investigadores por categorías. La categoría de Científico Titular reúne el mayor porcentaje de investigadores (49%~59%), seguida de la categoría de Investigador Científico (24%~27%) y finalmente los Profesores de Investigación (16%~25%). Destaca el hecho de que en Recursos Naturales se observa un mayor porcentaje de Científicos Titulares que en el resto de las áreas científicas (59%).

Por otra parte, se ha analizado la distribución de los investigadores por edad y por años en el CSIC considerando su área científica y su categoría profesional (Figura 4.58, véase Tabla Anexo 5.1 del Anexo 5 para comparar datos numéricos).

Figura 4.58. Distribución de los investigadores por edad y años en el CSIC según Categoría Profesional y área científica



La edad aumenta con la categoría profesional en las tres áreas, siendo las diferencias estadísticamente significativas en todos los casos ( $p < 0,05$ ), salvo en Recursos Naturales, en la que no existen diferencias significativas en la edad y antigüedad de Investigadores Científicos y Profesores de Investigación.

#### 4.2.2. Actividad científica de los investigadores por área, Categoría Profesional y grupos de edad: perfiles bibliométricos

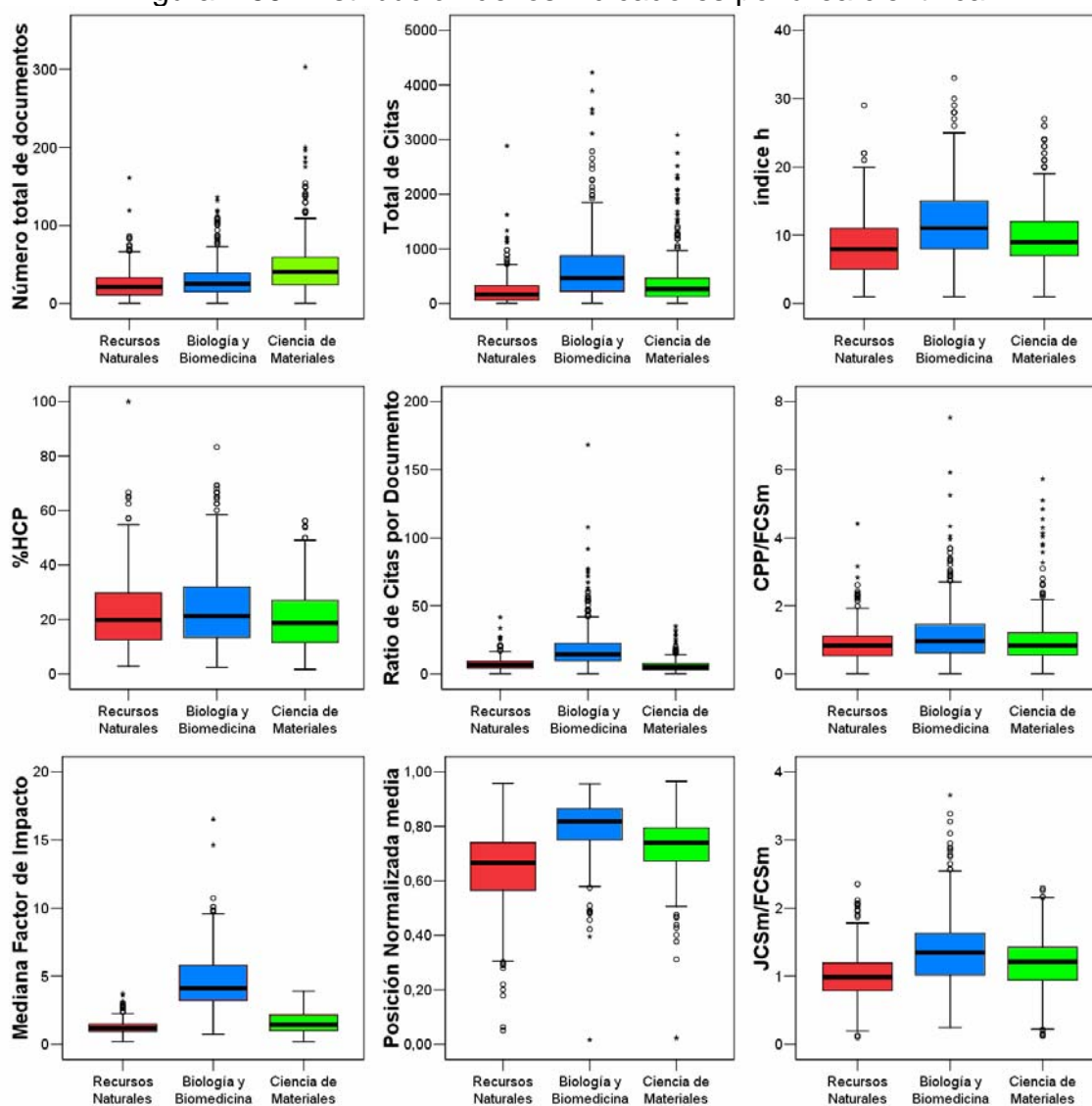
En este apartado se presentan los perfiles bibliométricos de los investigadores, compuestos por los nueve indicadores descritos en la Metodología. Se describe primero la actividad media de los investigadores en cada una de las tres áreas; introduciéndose luego la variable categoría profesional para identificar comportamientos específicos de cada una de ellas, y finalmente se analiza la actividad de los investigadores según varios grupos de edad.

##### - Comparación entre áreas

Se analiza el comportamiento de los investigadores a través de los indicadores bibliométricos seleccionados, los cuales se presentan en tres bloques que responden a su organización por dimensiones. Se analizan las diferencias entre las áreas científicas para los diferentes indicadores (Figura 4.59), basándose en los datos presentados en la Tabla Anexo 5.2 (Anexo 5) en la fila Total de cada área.



Figura 4.59. Distribución de los indicadores por área científica

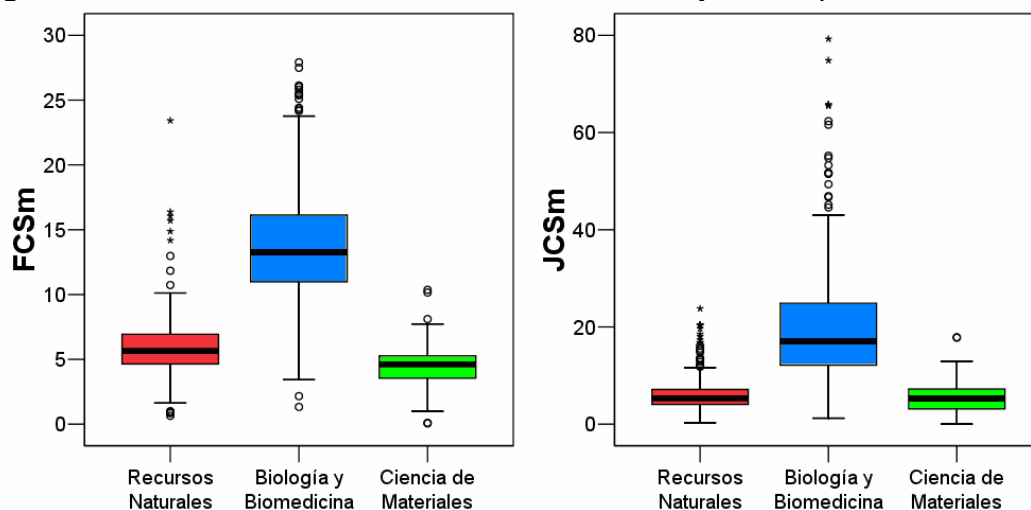


Nota: Diferencias significativas entre áreas para todos los indicadores ( $p < 0,001$ ) excepto para %HCP y CPP/FCSm, en cuyo caso no existen diferencias entre Recursos Naturales y Ciencia de Materiales

En cuanto al número total de documentos, en Ciencia de Materiales se observa el mayor número de documentos por investigador. Sin embargo, para el resto de los indicadores son los investigadores de Biología y Biomedicina los que presentan los valores más altos.

Por otra parte, también se han analizado los indicadores FCSm y JCSm a nivel individual (Figura 4.60). De acuerdo con la Figura 4.60 los investigadores de Biología y Biomedicina son los que publican en revistas y áreas de mayor densidad de citación (JCSm y FCSm). Se han observado diferencias significativas entre las tres áreas para ambos indicadores ( $p < 0,000$ ).

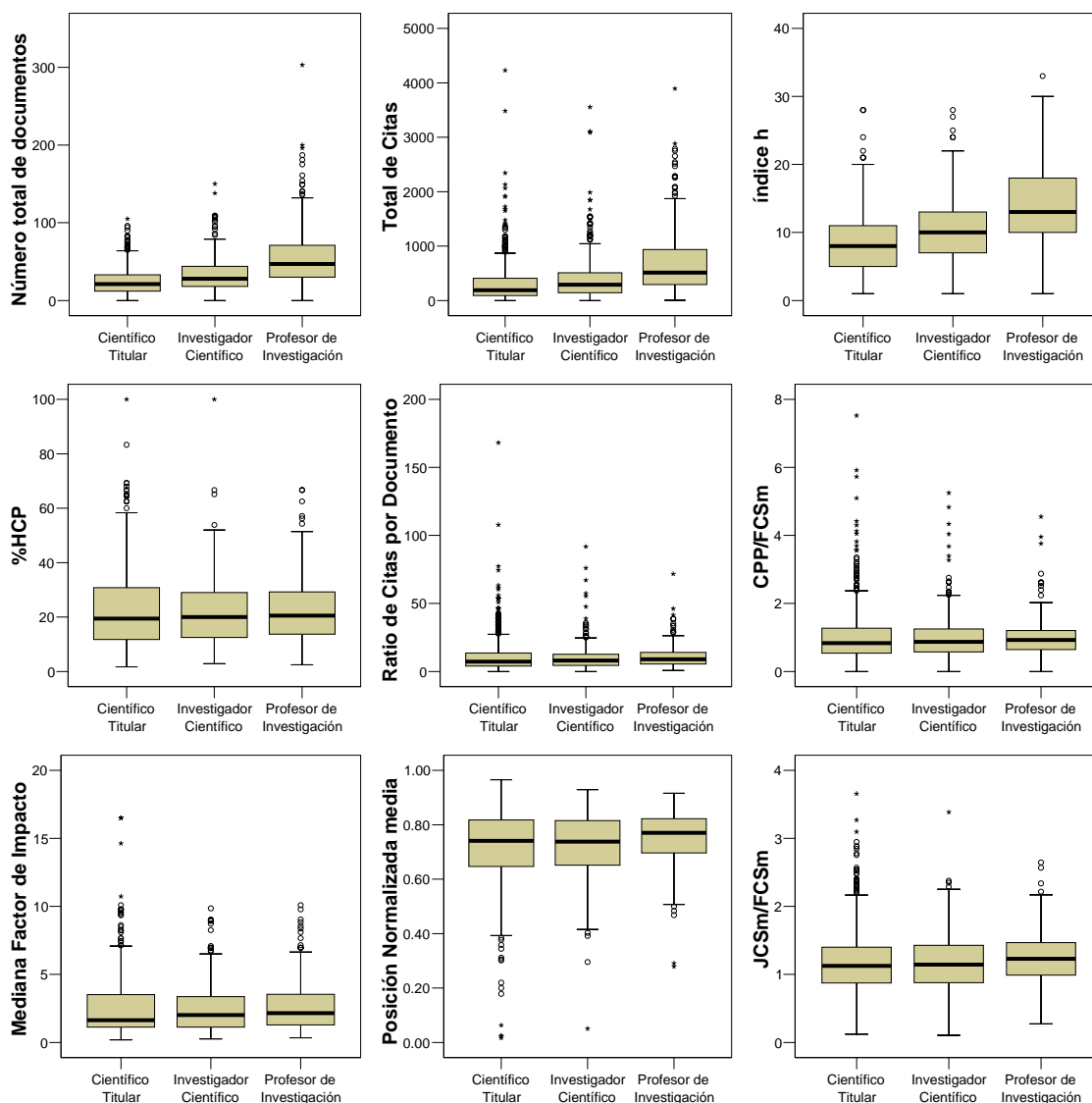
Figura 4.60. Distribución de los indicadores FCSm y JCSm por área científica



#### - Comparación entre categorías profesionales

Se ha analizado el comportamiento de los investigadores en función de su categoría profesional a través de los indicadores que componen el perfil bibliométrico (Figura 4.61) combinando las tres áreas. El objetivo de este análisis es representar gráficamente la distribución de los valores en los indicadores en función de las categorías profesionales de modo general para todos los investigadores, pero dado que existen importantes diferencias en los hábitos de publicación y citación según las áreas se analizará a continuación de forma detallada cada una de las áreas científicas. Los valores numéricos pueden analizarse en la Tabla Anexo 5.2, fila final de Totales.

Figura 4.61. Actividad científica de los investigadores según Categoría Profesional



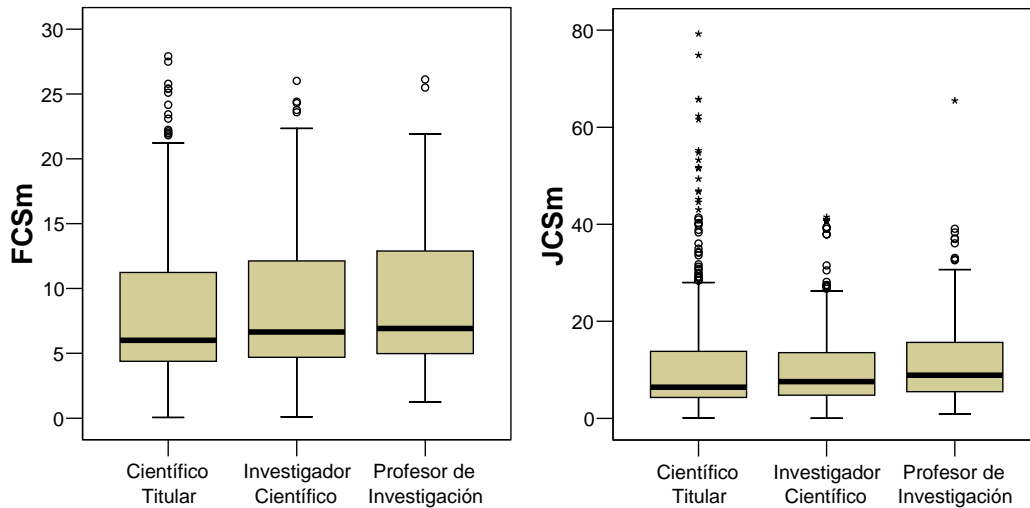
Los indicadores de carácter cuantitativo (Total de documentos, Total de citas e índice h) presentan diferencias significativas entre las tres categorías científicas ( $p < 0,000$ ), siendo los mayores valores siempre para los Profesores de Investigación y los menores para los Científicos Titulares. Sin embargo, en el caso de los indicadores de impacto observado y visibilidad de las revistas la situación cambia sustancialmente, no observándose diferencias entre categorías científicas en todos los indicadores, lo que pone de manifiesto que los indicadores de impacto observado no discriminan bien entre ellas. En cuanto a los indicadores de visibilidad e impacto esperado, se observan diferencias entre los Científicos Titulares y los Profesores de Investigación, obteniendo éstos últimos los valores más altos ( $p < 0,05$ ).

Estos resultados plantean que los investigadores acceden a las categorías profesionales en función del desempeño observado en los indicadores más cuantitativos, de forma que indicadores de la importancia del CPP/FCSm, el

ratio de citas por documento o los *Highly Cited Papers* no son determinantes para discriminar entre los investigadores de las diferentes categorías profesionales.

En cuanto a los dos indicadores de densidad de citación (JCSm-FCSm) se observan distribuciones muy similares entre las diferentes categorías científicas (Figura 4.62), pero hay que tener en cuenta las diferencias entre áreas que obligan a analizar estos datos de forma independiente para cada una de ellas.

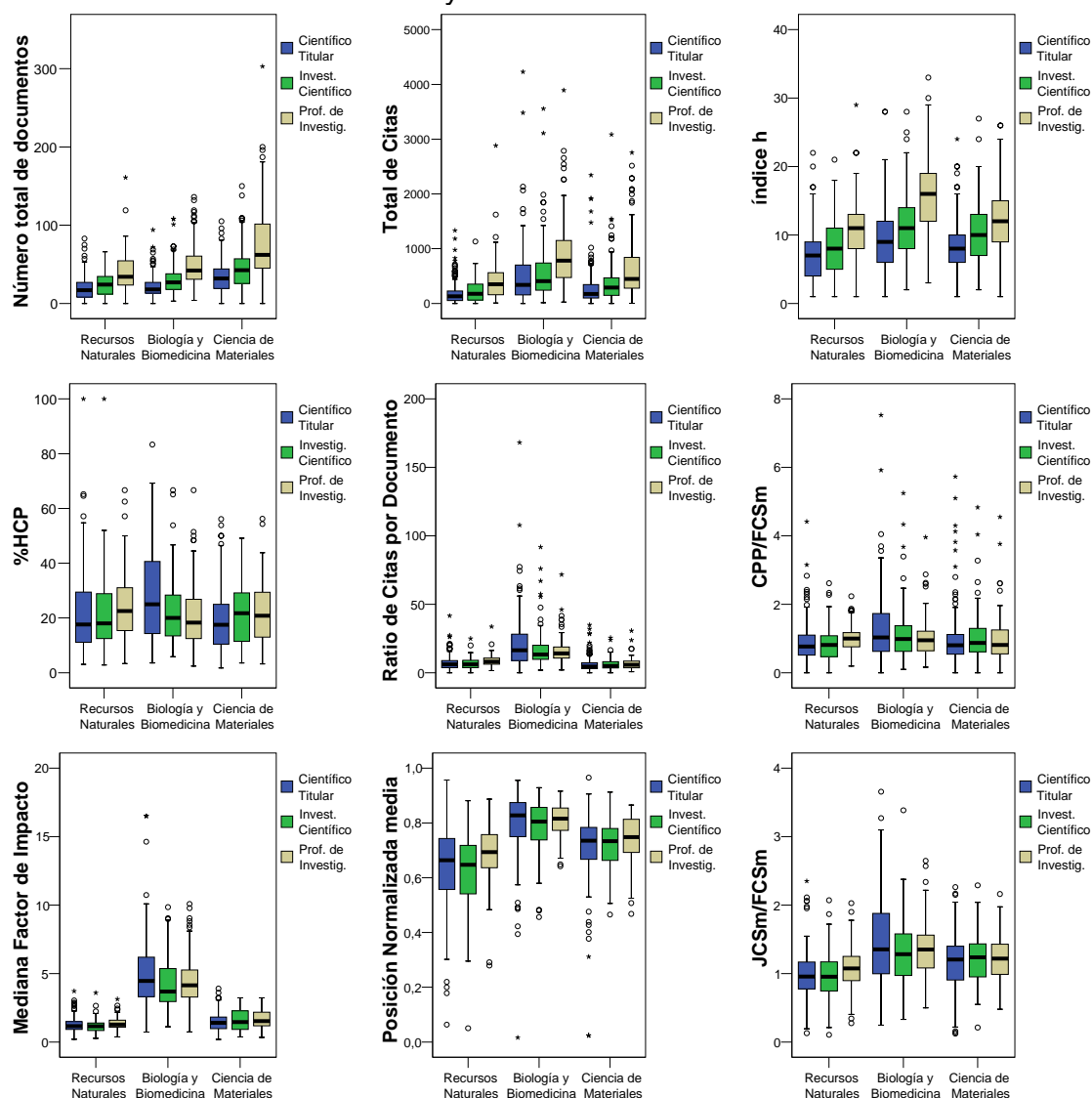
Figura 4.62. Distribución de los indicadores FCSm y JCSm por Categoría Profesional



- *Comparación entre categorías profesionales según áreas científicas*

En el apartado anterior se presentaron los perfiles generales observados de forma general para las categorías profesionales, sin embargo a continuación (Figura 4.63 y Tabla Anexo 5.2 del Anexo 5) se analiza la distribución para cada uno de los indicadores considerando las diferentes áreas científicas para determinar si el patrón general observado con anterioridad para el conjunto de los investigadores se cumple para cada una de las tres áreas analizadas.

Figura 4.63. Actividad científica de los investigadores por Categoría Profesional y área científica



El patrón anteriormente detectado de que las mayores diferencias entre categorías profesionales se observan en los indicadores de producción se corrobora en términos generales en la Figura 4.63 para cada una de las tres áreas científicas. De acuerdo con estos resultados, en las tres áreas el número de documentos, el número de citas y el índice h tienden a incrementarse con la categoría científica ( $p < 0,05$ ).

En cuanto a los indicadores en la dimensión de impacto observado no se encuentran diferencias entre categorías científicas en el caso de Biología y Biomedicina y Ciencia de Materiales. La única excepción se detecta en Recursos Naturales, donde los Profesores de Investigación obtienen valores más altos que las restantes categorías ( $p < 0,05$ ).

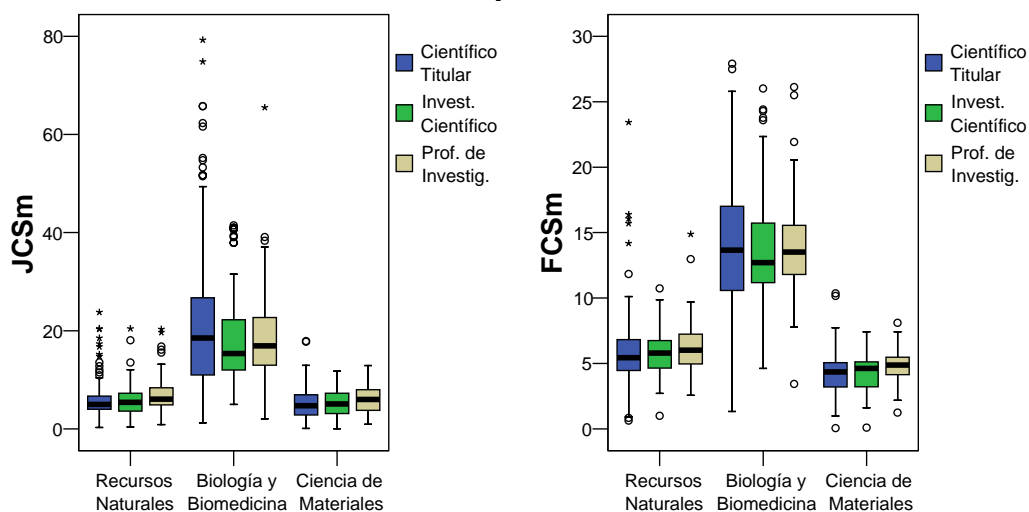
En cuanto a los indicadores de impacto esperado y visibilidad de las revistas, en Recursos Naturales los Profesores de Investigación tienden a presentar mayores valores que las otras dos categorías ( $p < 0,05$ ). En Biología y

Biomedicina únicamente se encuentran diferencias significativas entre los Científicos Titulares y los Investigadores Científicos en la mediana del Factor de Impacto ( $p < 0,05$ ) con los primeros presentando valores más altos que los segundos, sin que se encuentren diferencias en ningún otro caso. En Ciencia de Materiales, al igual que para el Impacto Observado no se encuentran diferencias significativas en ningún indicador. De este modo aunque anteriormente se observó que de manera general los indicadores de impacto discriminaban entre los Profesores de Investigación y los Científicos Titulares, cuando se desagrega por áreas éstas diferencias se observan únicamente para Recursos Naturales pero no para las otras dos áreas.

Atendiendo a estos resultados se puede afirmar que para las áreas de Biología y Biomedicina y Ciencia de Materiales los investigadores no responden con sus categorías profesionales a su valoración a través de los indicadores relativos de impacto observado y visibilidad de sus revistas. La excepción se encuentra en Recursos Naturales, donde los Profesores de Investigación sí presentan mejores valores que las otras dos categorías en las tres dimensiones, lo que hace pensar que la asignación de categoría en esta plaza se ha hecho en base a criterios cuantitativos (total de documentos y citas) pero también cualitativos (ratio de citas por documento, Factor de Impacto, etc.).

El análisis de la densidad de citación en función de las revistas de publicación (JCSm) y las disciplinas JCR de especialización científica (JCSm) se presentan en la Figura 4.64.

Figura 4.64. Distribución de los indicadores FCSm y JCSm por Categoría Profesional y área científica



En la Figura 4.64 se observa en términos generales como la distribución de la densidad de citación según revistas y campos científicos es muy similar entre las tres categorías dentro de cada área científica.

Se observa que los Profesores de Investigación presentan mayores valores de JCSm y FCSm que los Científicos Titulares en Ciencia de Materiales ( $p < 0,01$ ), mientras que en Recursos Naturales el JCSm de los Profesores de Investigación es superior al de las restantes categorías ( $p < 0,05$ ).

- *Comparación entre grupos de edad según áreas científicas*

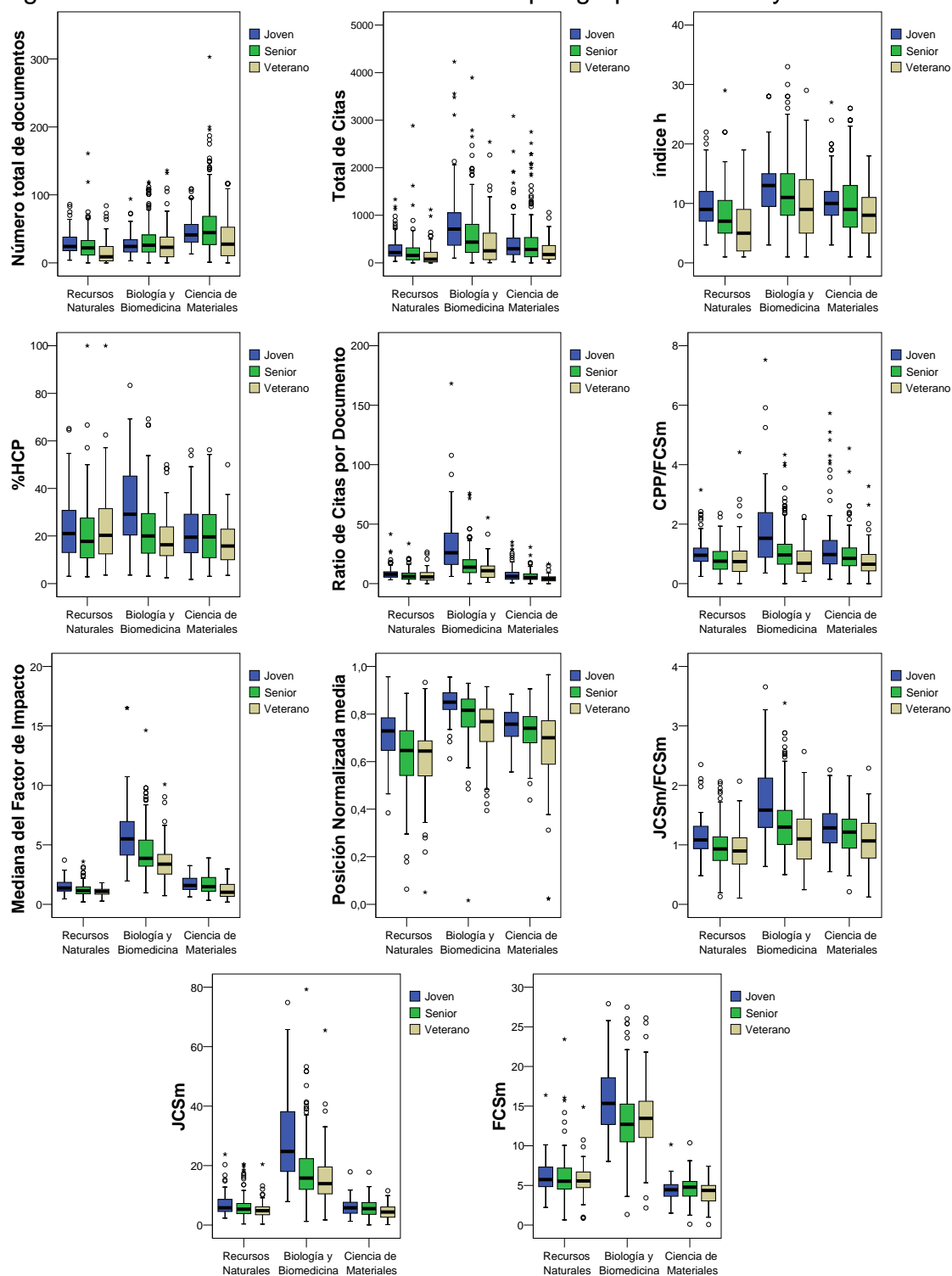
Es posible ver la relación que existe entre la edad y los diferentes indicadores analizados. Los datos numéricos de este análisis están en la Tabla Anexo 5.3 del Anexo 5.

A través de los datos de dicha Tabla se observa que los investigadores Veteranos (investigadores con más de 56 años) tienden a presentar los valores más bajos en todos los indicadores (menor número de documentos, citas, índice h, citas por documento, etc.).

Por su parte, los investigadores más Jóvenes (menos de 44 años) tienden a presentar los valores más altos en casi todos los indicadores, superando incluso a los investigadores Sénior (investigadores entre los 44 y los 56 años) en muchos indicadores. Esto pone de manifiesto el importante papel que juega la juventud en el desempeño científico de los investigadores.

A pesar de estas generalidades comentadas, es importante analizar por separado la actividad científica en cada una de las áreas. En la Figura 4.65 se analizan los grupos de edad desagregados por áreas científicas, mostrándose el comportamiento de los investigadores a través de los nueve indicadores básicos y según su edad, e incluyéndose también los indicadores JCSm y FCSm (ver también Tabla Anexo 5.3 del Anexo 5).

Figura 4.65. Distribución de los indicadores por grupos de edad y área científica



El análisis de los investigadores por grupos de edad y por áreas científicas permite comprobar como efectivamente los investigadores Veteranos son los que tienden a presentar los valores más bajos en todos los indicadores y en las tres áreas. Además, en gran parte de los casos (áreas e indicadores) se observa que los investigadores más Jóvenes presentan valores más altos que los investigadores Sénior y Veteranos ( $p < 0,05$ ). A modo de excepción, en Ciencia de Materiales no se observan diferencias en el comportamiento de



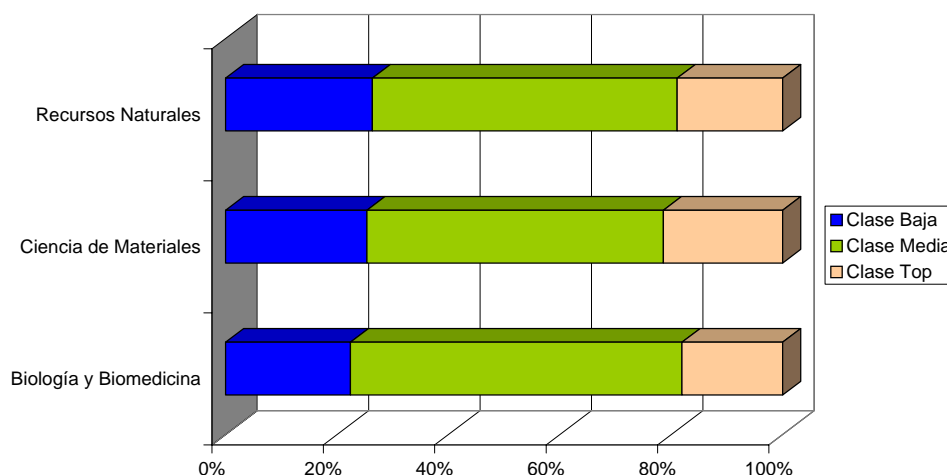
Jóvenes y Sénior en ningún indicador (aunque de modo global sí hay diferencias entre los tres grupos), mientras que en Recursos Naturales no existen diferencias entre grupos de edad en FCSm y %HCP, y en Biología y Biomedicina no se detectan diferencias por edad en el número de documentos.

#### **4.2.3. Actividad científica de los investigadores por Clase Científica: perfiles bibliométricos**

En este apartado se analiza el comportamiento de los investigadores de acuerdo a su distribución en tres clase (Top, Media y Baja, correspondiéndose a la Clasificación de Nivel 1 descrita en la Metodología). Estas tres categorías reflejan el rendimiento de los investigadores en las tres dimensiones de actividad científica establecidas (Producción, Impacto Observado y Visibilidad de las revistas de publicación). En este sentido, esta clasificación responde al éxito en el desempeño científico medido a través de la producción internacional, planteándose el interés de analizar qué otros determinantes o aspectos relacionados influyen y caracterizan esta clasificación de los investigadores.

En primer lugar se presenta la distribución del porcentaje de investigadores por clases dentro de cada una de las tres áreas científicas (Figura 4.66).

Figura 4.66. Distribución de los investigadores por Clase Científica para las áreas analizadas



De acuerdo con esta distribución (Figura 4.66), las tres áreas presentan porcentajes similares de investigadores en cada una de las clases, lo cual es esperable teniendo en cuenta que esta clasificación se basa en cuartiles adaptados a cada área científica. Se observa como las clases Baja y Top son las que tienen menos investigadores, siendo la clase Media la más numerosa.

La actividad de los investigadores según su clase científica y área se analiza a través de los indicadores bibliométricos descritos en la Figura 4.67 y Tabla Anexo 5.4 (Anexo 5).

Como se puede comprobar en la Tabla Anexo 5.4, los investigadores Top presentan los valores más altos en prácticamente todos los indicadores y en cada área. En cuanto a la visibilidad de sus revistas, tienden a publicar en revistas de alto impacto dentro de sus disciplinas ( $JCSm/FCSm > 1$ ), preferentemente situadas en el primer cuartil ( $PN > 0,75$ ). Esta tendencia de los investigadores Top a presentar los valores más altos en todos los indicadores se advierte en las diferentes áreas científicas, tal y como se observa gráficamente en la Figura 4.67 (los datos numéricos pueden analizarse en la Tabla Anexo 5.4).

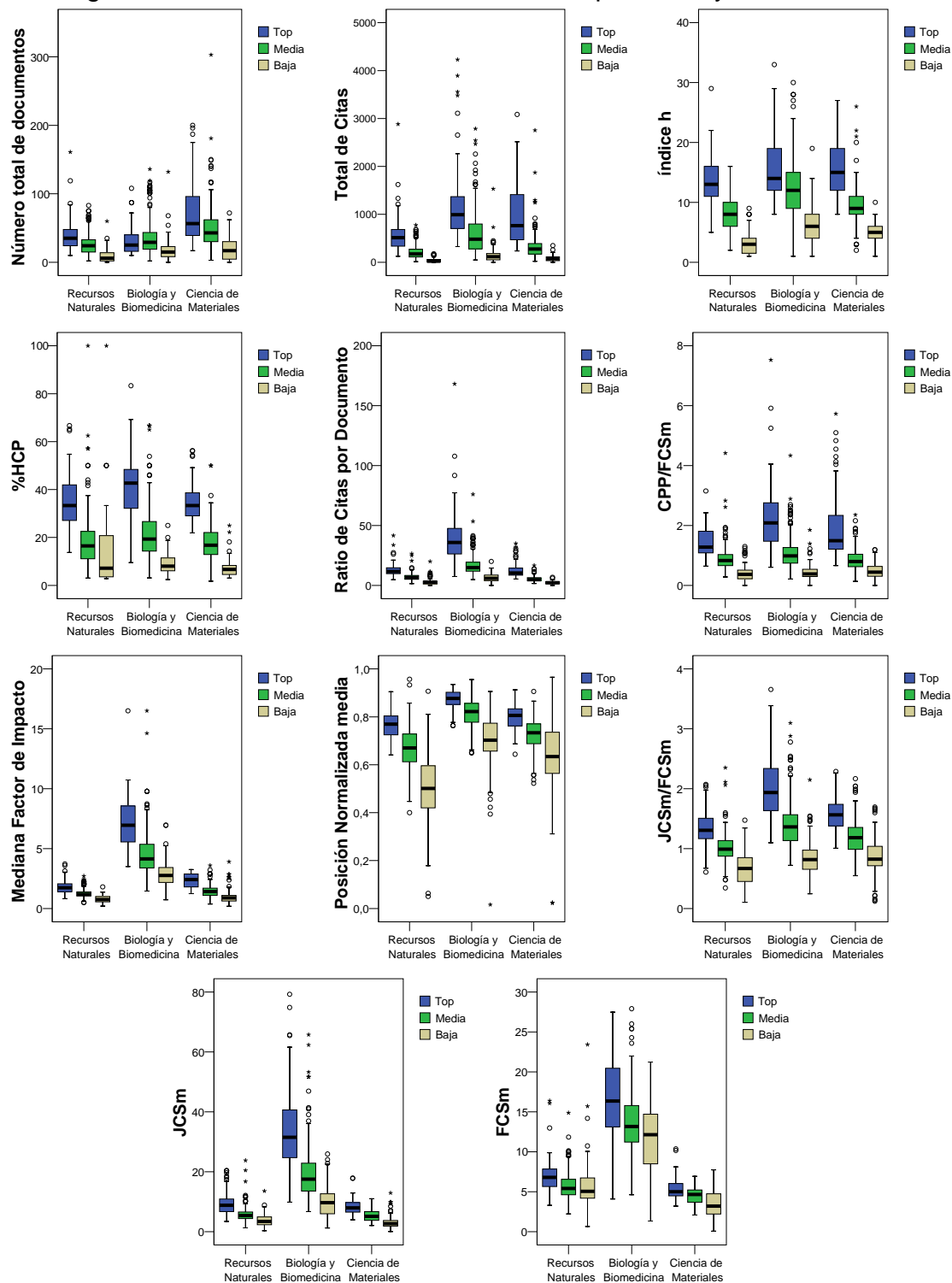
Los investigadores de la Clase Top presentan siempre los valores más altos en todos los indicadores, siendo las diferencias entre clases significativas para todas las áreas ( $p < 0,01$ ). Las únicas excepciones se refieren al área de Biología y Biomedicina, donde no existen diferencias en el número de documentos de las clases Top y Media (lo que pone de manifiesto que para ser Top en esta clasificación no es imprescindible tener una producción demasiado elevada), y el área de Recursos Naturales, en las que no se observan diferencias en el FCSm de las clases Media y Baja.

Estos resultados contrastan con los observados anteriormente para las categorías profesionales, entre las cuales se observaban diferencias significativas en los indicadores de producción pero no (al menos de modo general) en el resto de indicadores relativos.

El estudio comparativo entre áreas de la actividad científica de los investigadores de una misma clase permite observar diferencias significativas en la mayor parte de los casos (Tabla Anexo 5.5 del Anexo 5). Así, se puede destacar el hecho de que los investigadores Top de Biología y Biomedicina presentan significativamente menos documentos que los Top de las otras dos áreas, siendo los de Ciencia de Materiales los que muestran mayor producción.

En cualquier caso, se puede subrayar que la norma general es encontrar diferencias entre las áreas científicas para los investigadores de las mismas clases.

**Figura 4.67. Distribución de los indicadores por clase y área científica**



#### **4.2.3.1. Relación entre Clase Científica y Categoría Profesional**

En este apartado se plantea la cuestión de cómo se relacionan la clase científica y la categoría profesional de los investigadores. En la Tabla 4.49 se presenta una tabla de contingencia combinando la clase científica y la categoría profesional de todos los investigadores analizados de forma global.

Tabla 4.49. Distribución de los investigadores por Categoría Profesional y Clase Científica

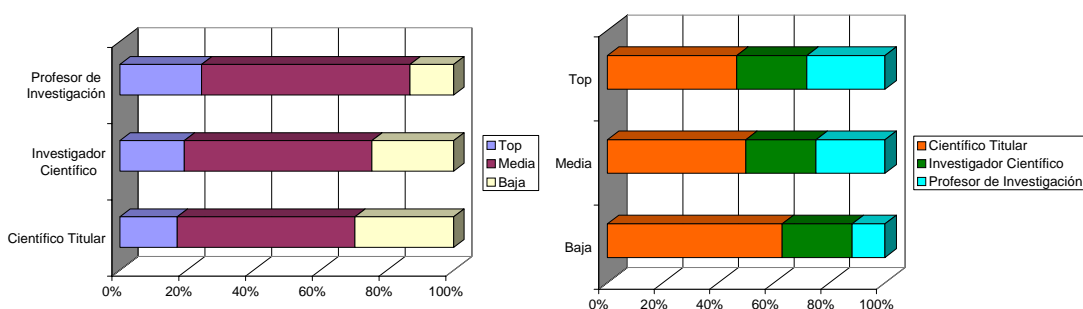
Clase Científica	Indicadores	Categoría Profesional			Total
		Científico Titular	Investigador Científico	Profesor de Investigación	
Clase Top	Total	96	52	58	206
	% dentro de la Categoría Profesional	17,2%	19,3%	24,5%	19,4%
Clase Media	Total	297	151	148	596
	% dentro de la Categoría Profesional	53,2%	56,1%	62,4%	56,0%
Clase Baja	Total	165	66	31	262
	% dentro de la Categoría Profesional	29,6%	24,5%	13,1%	24,6%
Total	Total	558	269	237	1064
	% dentro de la Categoría Profesional	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Nota: Chi cuadrado:  $p < 0,05$ .

Más de la mitad de los investigadores se sitúan en la clase media en cada una de las categorías profesionales. Sin embargo al aumentar la categoría profesional, se incrementa el porcentaje de investigadores en la clase Top y se reduce el porcentaje en la Clase Baja, observándose que las variables clase científica y categoría profesional no son independientes ( $p < 0,05$ ).

En la Figura 4.68, se presenta la distribución de investigadores en función de las variables categoría profesional y clase científica, lo cual permite corroborar lo afirmado anteriormente de un modo más gráfico.

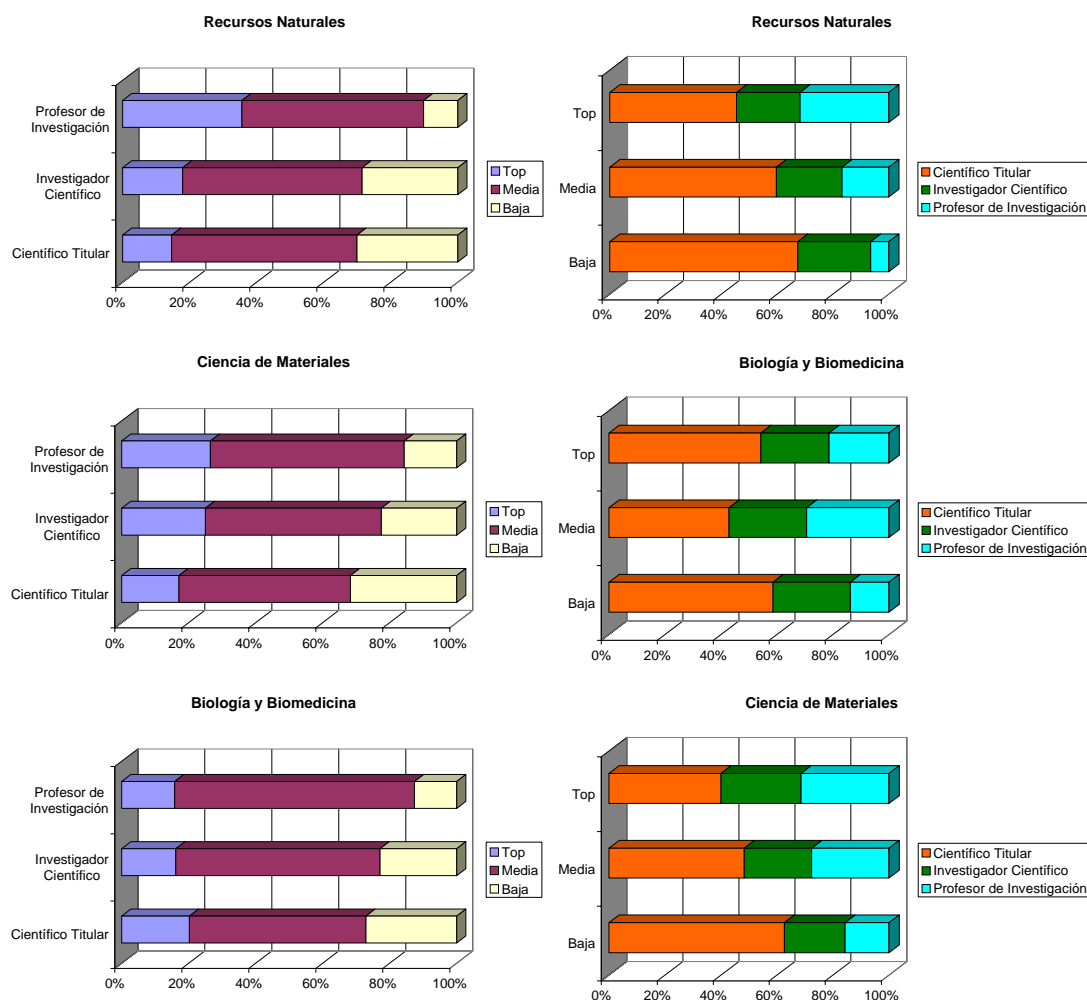
Figura 4.68. Distribución de Investigadores por Categoría Profesional y Clase Científica



De acuerdo con la Figura 4.68 se observa como proporcionalmente los Profesores de Investigación están más presentes en la Clase Top que en la Clase Baja, mientras que lo contrario sucede para los Científicos Titulares; aunque en números absolutos, los Científicos Titulares son los más numerosos y predominan en todas las clases.

Este análisis también se ha realizado para cada una de las tres áreas científicas en estudio. La tabla de contingencia con los valores numéricos para las tres áreas se puede analizar en la Tabla Anexo 5.6 del Anexo 5. A continuación se presentan las figuras resumen para las diferentes áreas (Figura 4.69).

**Figura 4.69. Distribución de Investigadores por Categoría Profesional y Clase Científica para las tres áreas**



De acuerdo con la Figura 4.69, se repite el patrón observado de modo global para las tres áreas: al aumentar la categoría profesional también aumenta la tendencia a estar en clase Top, mientras que al disminuir la categoría aumenta la posibilidad de estar en Clase Baja. Hay que destacar que en Recursos Naturales un mayor porcentaje de Profesores de Investigación están en la Clase Top (36% vs 16% en Biología y Biomedicina y 27% en Ciencia de Materiales). Por otro lado, resulta llamativo que solo un 16% de los Profesores de Investigación en Biología y Biomedicina se adscriben a la clase Top, frente al 26% en Ciencia de Materiales y al 36% en Recursos Naturales.

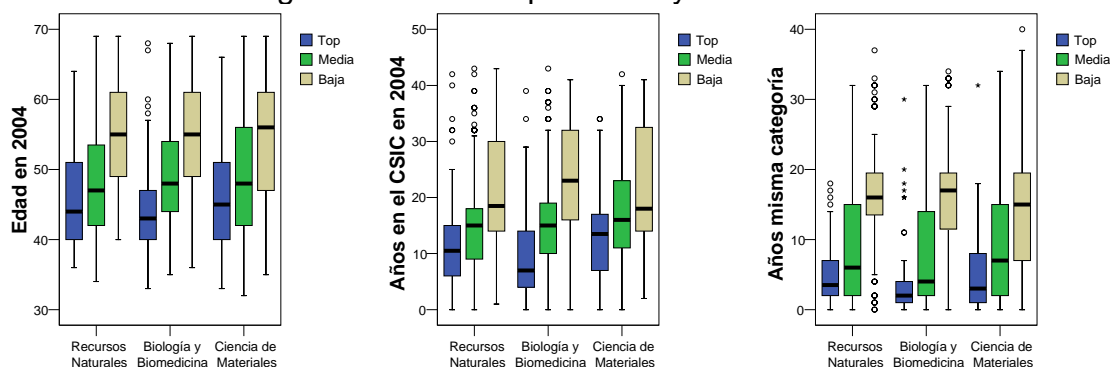
Hay que señalar que se han encontrado diferencias significativas en la distribución de investigadores por categorías profesionales y clases científicas en Recursos Naturales ( $p < 0,01$ ) y Biología y Biomedicina ( $p < 0,05$ ), pero no en

Ciencia de Materiales, por lo que en esta última área no se puede rechazar la hipótesis de independencia entre categoría profesional y clase científica de los investigadores, o dicho de otra forma, es donde menos influye la clase científica a la hora de determinar las categorías profesionales.

#### 4.2.3.2. Edad de los investigadores, antigüedad en el CSIC y permanencia en la categoría por Clase Científica

A continuación se analiza la edad de los investigadores, su antigüedad en el CSIC, y sus cambios de categoría a lo largo del tiempo. En la Tabla Anexo 5.7 del Anexo 5 se presentan valores generales relativos a estos tres aspectos para las tres áreas analizadas, presentando gráficamente la distribución de los investigadores en función de los diferentes indicadores de edad en la Figura 4.70.

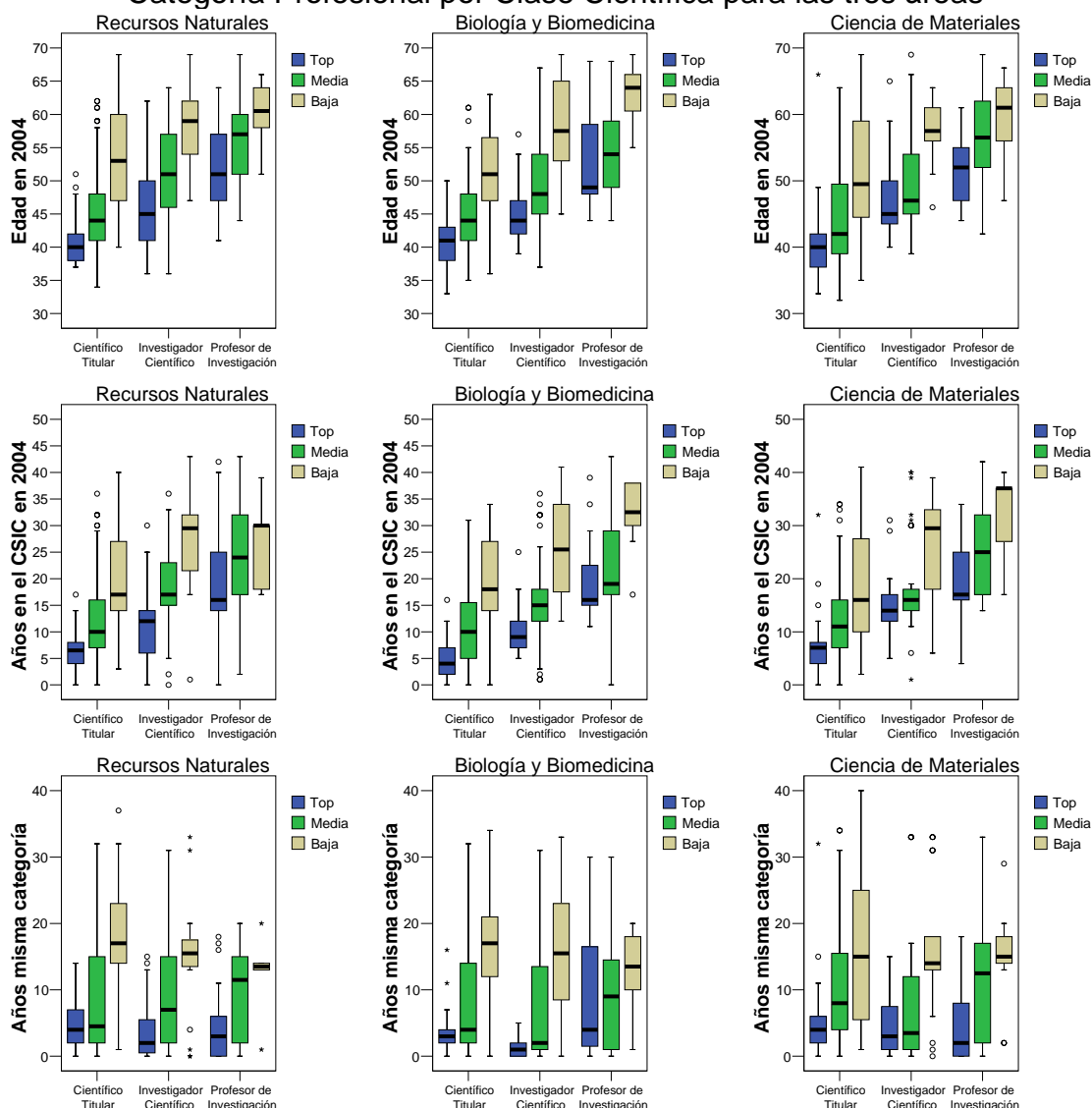
Figura 4.70. Distribución de la edad, años en el CSIC y años en la misma Categoría Profesional por áreas y Clase Científica



De acuerdo con la Figura 4.70 se observa en las tres áreas que los investigadores Top son los más jóvenes, han entrado más recientemente en el CSIC y/o han cambiado recientemente de categoría. Hay que destacar que las diferencias entre clases dentro de cada área y para cada uno de los tres indicadores son estadísticamente significativos ( $p < 0,05$ ) (véase Tabla Anexo 5.7 en Anexo 5).

El análisis de la edad de los investigadores y la duración de su carrera en el CSIC considerando su categoría profesional y su clase científica se muestra en la Figura 4.71.

Figura 4.71. Distribución de la edad, años en el CSIC y años en la misma Categoría Profesional por Clase Científica para las tres áreas



A través de la Figura 4.71 (en la Tabla Anexo 5.8 del Anexo 5 se presentan los datos numéricos resumen) se puede ver claramente como en las tres áreas los investigadores Top son los más jóvenes en cada una de las categorías científicas. Asimismo, son los investigadores con menor antigüedad en el CSIC y que menos tiempo han permanecido en la misma categoría profesional, observándose este patrón para todas las áreas científicas. En este sentido se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en prácticamente todos los casos ( $p < 0,05$ ). En la Tabla Anexo 5.9 se presenta un análisis detallado de la significación entre clases por categoría profesional y área.

#### 4.2.3.3. Relación entre actividad científica, edad y antigüedad

Como se ha observado con anterioridad, los investigadores más jóvenes son los que presentan los mejores perfiles bibliométricos. Por ello, en este caso se analiza el impacto y la visibilidad de los documentos para determinar su evolución con la edad de los investigadores. Para este análisis se han

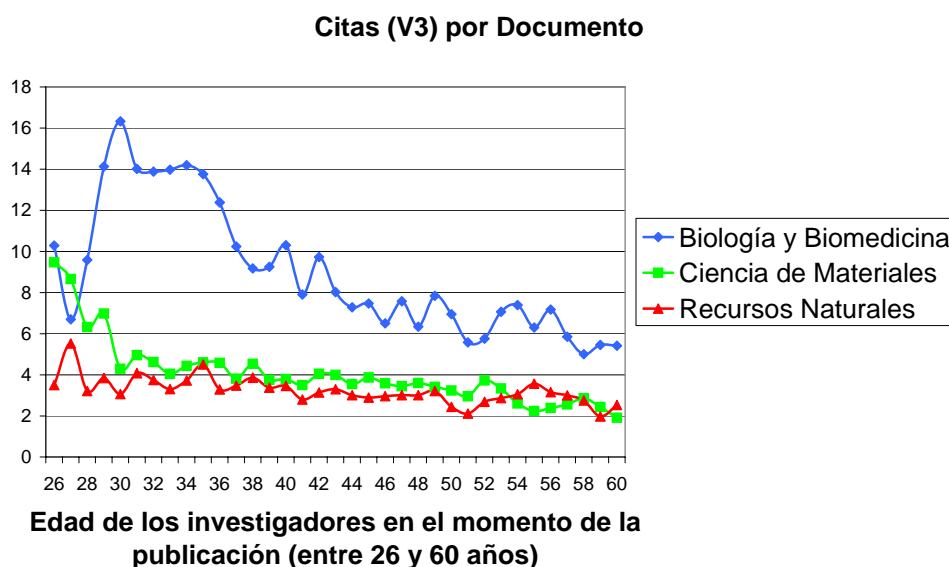
analizado cuatro aspectos principales: la edad de los investigadores en el momento de la publicación de los documentos, el número de años en el CSIC y el análisis de los documentos antes y después de que los investigadores se incorporen con una plaza fija a la plantilla investigadora del CSIC.

- *Edad de los investigadores*

En esta sección se analiza el impacto y visibilidad de los documentos en función de la edad de los investigadores en el momento de publicarlos. En total se han analizado los documentos publicados por los investigadores entre los 26 y los 60 años (6031 documentos para Recursos Naturales, 8922 documentos para Biología y Biomedicina y 9537 documentos para Ciencia de Materiales), hay que tener en cuenta que la edad hace referencia al momento de la publicación del documento y no la edad actual de los investigadores. Esta delimitación entre 26 y los 60 años se debe a que es el periodo en el que se disponen de datos para las tres áreas de forma continua (sin saltos) además de que para cada punto de edad existen al menos 10 documentos. En este sentido, no se incluye la distribución de documentos por edad dado que ésta no representa la evolución real de la producción (en términos de número de documentos), sin embargo se analizan los ratios del impacto y visibilidad de los documentos de modo general.

En la Figura 4.72 se presenta la evolución del ratio de citas por documento (considerando la ventana de 3 años para las citas) en función de la edad de los investigadores en el momento de su publicación.

Figura 4.72. Evolución del ratio de citas (V3) por documento en función de la edad de los investigadores

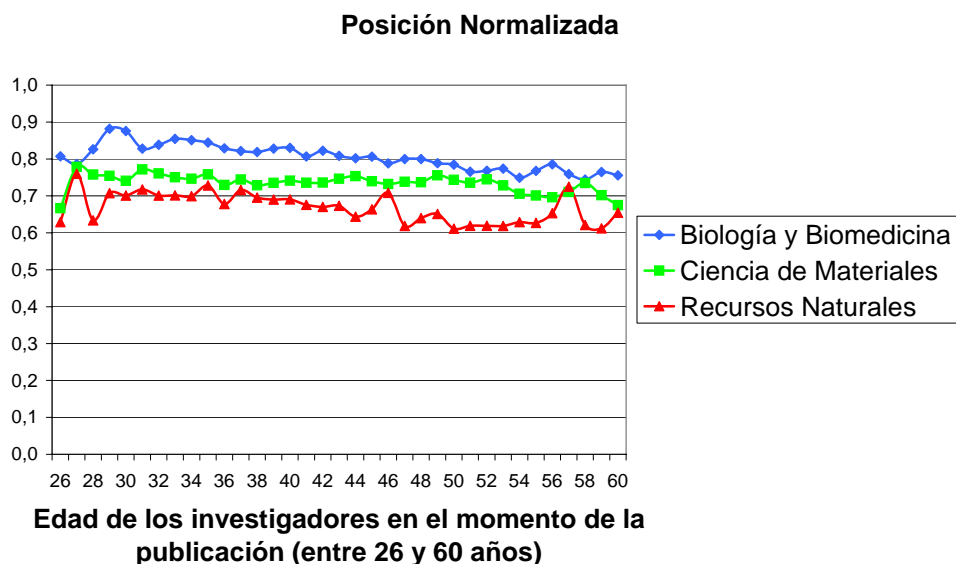


Se observa un descenso en el impacto medio de los documentos a medida que aumenta la edad de los investigadores, aunque este descenso es más acusado para los documentos de Biología y Biomedicina y menor para Ciencia de Materiales y Recursos Naturales.



La evolución de la Posición Normalizada media de las revistas también ha sido analizada en función de la edad de los investigadores en el momento del publicar los trabajos (Figura 4.73).

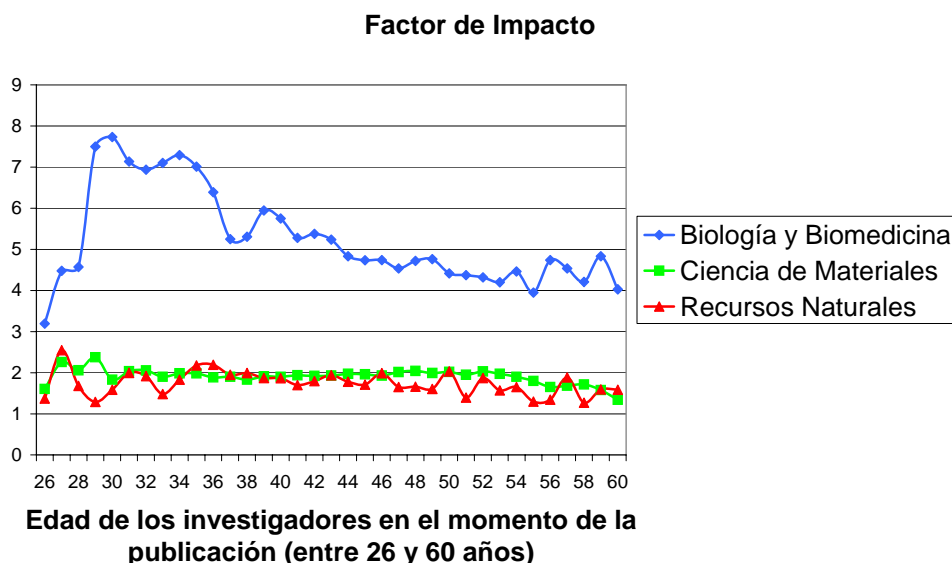
Figura 4.73. Evolución de la Posición Normalizada media en función de la edad de los investigadores



En cuanto a la Posición Normalizada se acusa también un descenso con la edad de los investigadores, aunque hay que destacar como los investigadores de Biología y Biomedicina tienden a publicar en revistas del primer cuartil ( $PN > 0,75$ ) independientemente de su edad. En Ciencia de Materiales la Posición Normalizada decae con la edad y este descenso es algo más llamativo en Recursos Naturales.

La evolución del Factor de Impacto medio ofrece un patrón muy parecido al de las citas por documento (Figura 4.74). Los investigadores de Biología y Biomedicina tienden a publicar en revistas de muy alto Factor de Impacto entre los 28 y los 34 años y un descenso acusado posterior (aunque con un Factor de Impacto siempre superior a 4). En Ciencia de Materiales y Recursos Naturales se observa una ligera tendencia descendente sobre todo a partir de los 50 años.

Figura 4.74. Evolución del Factor de Impacto medio en función de la edad de los investigadores



- *Producción antes y después de la incorporación al CSIC*

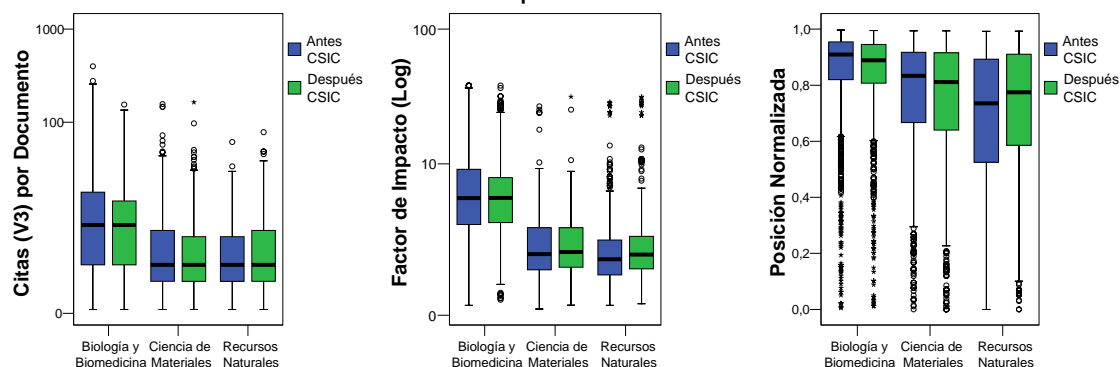
En el apartado anterior se ha observado un descenso en el impacto y visibilidad de los documentos de los investigadores con la edad. Dado que este estudio analiza toda la producción de los investigadores, incluyendo aquella realizada antes de su incorporación como personal fijo a la plantilla investigadora del CSIC, se plantea la cuestión de analizar posibles diferencias en el impacto de la producción de los investigadores según haya sido realizada antes o después de su incorporación a la plantilla fija de la institución.

Para analizar esta cuestión se ha realizado un análisis de la producción de 289 investigadores que tenían al menos un documento antes de obtener una plaza fija en la institución. El estudio se centra únicamente en este conjunto de investigadores porque para analizar posibles variaciones en la producción es necesario que los investigadores hayan cambiado su estatus durante el periodo de estudio, por esta razón no se han considerado los investigadores que han realizado toda su producción con plaza en el CSIC. En lo que se refiere a la producción realizada antes de obtener la plaza en el CSIC, puede corresponder a publicaciones desde el extranjero, desde otros centros españoles o desde el propio CSIC.

En total los documentos analizados son 8788, de los cuales 4444 (51%) fueron publicados antes de obtener la plaza, mientras que 4555 (52%) fueron publicados una vez ya obtenida. Hay que tener en cuenta que hay documentos que se duplican entre las áreas y los periodos de “antes” y “después”. Los datos numéricos de este análisis pueden examinarse en la Tabla Anexo 5.10 del Anexo 5.

En la Figura 4.75 se presenta la distribución de los valores de los documentos de estos investigadores atendiendo a si han sido realizados antes o después de obtener plaza en el CSIC.

Figura 4.75. Distribución de documentos según su publicación antes o después de la incorporación al CSIC



De acuerdo con este análisis y cotejando la Figura 4.75 con los datos de la Tabla Anexo 5.10 (Anexo 5) los documentos de Ciencia de Materiales realizados antes de entrar en el CSIC presentan generalmente más citas (V3) por documento que los realizados después ( $p < 0,05$ ). Además, en Ciencia de Materiales hay que señalar que los documentos realizados antes de la fecha de obtención de la plaza en el organismo presentan una Posición Normalizada más alta que los realizados después de la incorporación al CSIC en Ciencia de Materiales ( $p < 0,01$ ) y en Biología y Biomedicina ( $p < 0,000$ ).

El caso de Recursos Naturales es contrario al de las otras dos áreas, dado que los documentos publicados después de obtener la plaza en el organismo presentan más citas (V3) y están publicados en revistas con mayor Factor de Impacto y Posición Normalizada, observándose diferencias significativas en estos dos últimos aspectos ( $p < 0,01$ ).

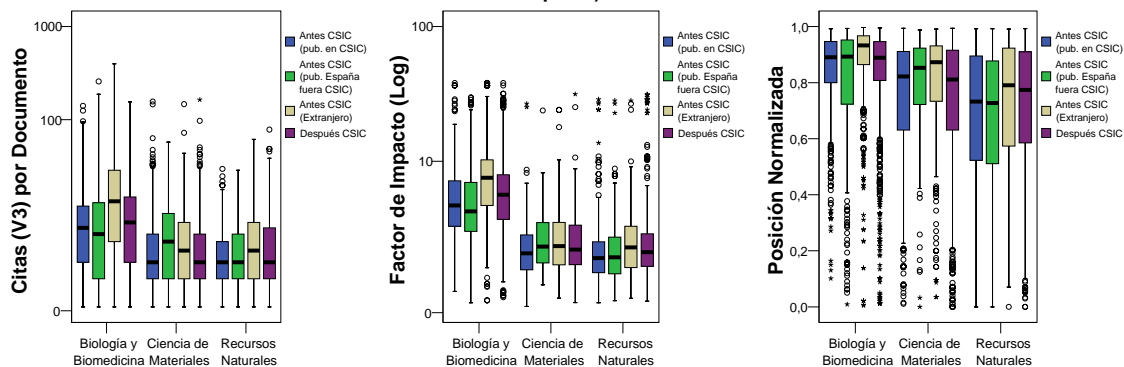
Para complementar los resultados anteriores se ha realizado un análisis adicional, basado en una clasificación de los documentos publicados antes de la incorporación al CSIC en tres tipos diferentes:

- Antes de la incorporación al CSIC con afiliación CSIC: son los documentos que han sido publicados mientras el investigador todavía no tenía la plaza pero ya tenía contactos con investigadores del CSIC (o incluso ya estaba trabajando en el CSIC, con becas o contratos). Un total de 2206 documentos (49,6%) están incluidos en esta categoría.
- Antes de la incorporación al CSIC con afiliación Española: estos son los documentos publicados desde otras instituciones españolas y sin participación del CSIC. En este tipo hay 1076 documentos (24,21%).
- Antes de la incorporación al CSIC desde el extranjero: son documentos publicados desde instituciones extranjeras sin la participación de ningún centro español. Se detectan 1162 documentos (26,15%).

En la Figura 4.76 se presenta un análisis del impacto y la visibilidad para cada una de las tres áreas estudiadas. En la Tabla Anexo 5.11 del Anexo 5 se

presentan asimismo los valores medios que pueden ser contrastados con esta figura.

Figura 4.76. Impacto y visibilidad de los documentos publicados antes y después de la incorporación al CSIC (con documentos antes desagregados en tipos)



De acuerdo con la Figura 4.76, se observa como los documentos realizados antes de la incorporación al CSIC desde el extranjero tienden a presentar el mayor impacto y visibilidad en prácticamente todos los casos. En Recursos Naturales, los documentos realizados antes de la incorporación al CSIC desde el extranjero presentan más citas que los restantes ( $p < 0,05$ ) pero su Factor de Impacto y su Posición Normalizada no son significativamente superiores a los de los documentos publicados después de ingresar en el CSIC. En Ciencia de Materiales, aunque los documentos en el extranjero presentan mayor impacto que los realizados una vez obtenida la plaza en el CSIC ( $p < 0,05$ ), son superados por los realizados antes de entrar en el CSIC pero con afiliación española.

Por otro lado, es interesante señalar que en Recursos Naturales y Biología y Biomedicina, se observa que los documentos realizados después de la incorporación al CSIC obtienen un mayor impacto esperado y observado que los realizados antes del ingreso desde instituciones españolas.

#### - Producción desde el extranjero

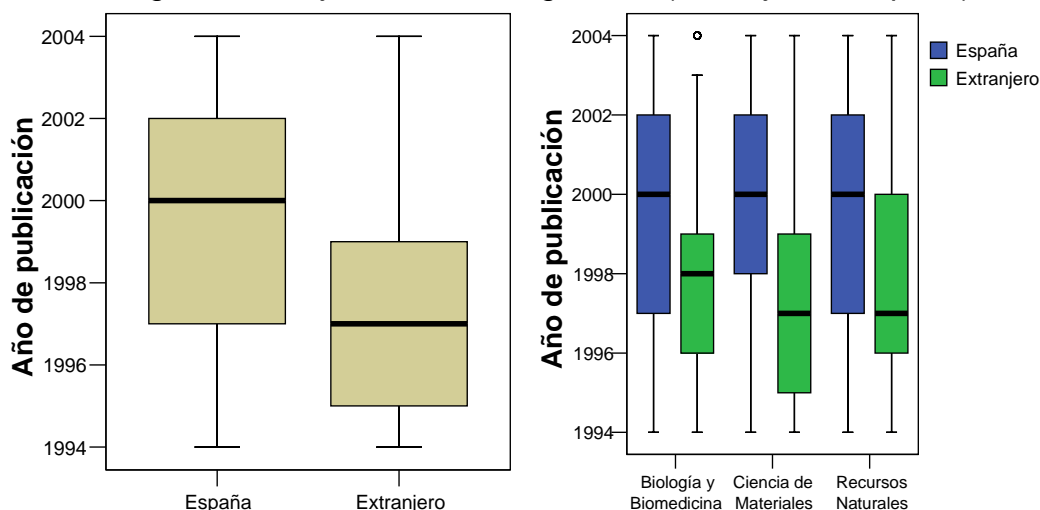
Para este análisis se ha optado por seleccionar los investigadores con al menos un documento en el extranjero, en total son 311 investigadores en esta situación. Hay una diferencia de 22 investigadores con los analizados en el apartado anterior, debida a que hay investigadores que cuando ya tenían la plaza en el CSIC todavía presentaban algunos documentos sin afiliación española. Esto es atribuible a distintas razones, como por ejemplo: estancias en el extranjero una vez ya obtenida la plaza (aunque en estos casos sería esperable que también hubiesen consignado su centro original de afiliación en el CSIC), errores u omisiones de los autores o de la base de datos al consignar las direcciones de los documentos en colaboración y, sobre todo, documentos realizados en estancias en el extranjero antes de obtener la plaza en el CSIC pero que debido a los retrasos en la publicación de los documentos se publican una vez que el investigador ya ha conseguido la plaza (el fenómeno de los

retrasos en la publicación de documentos ha sido documentado por Luwel y Moed, 1996; Dong et al, 2006 o por Amat, 2008).

Estos 311 investigadores son responsables de un total de 9671 documentos, de los cuales 1577 (16%) son documentos producidos completamente en el extranjero (nótese que únicamente hay 415 documentos que presenten alguna de las eventualidades descritas en el párrafo anterior).

En primer lugar se procede a comprobar que los documentos publicados desde el extranjero son más antiguos lo que corroboraría que son principalmente documentos publicados antes de entrar en el CSIC (Figura 4.77, véase también la Tabla Anexo 5.12 del Anexo 5 con los valores numéricos completos, fila final de Totales).

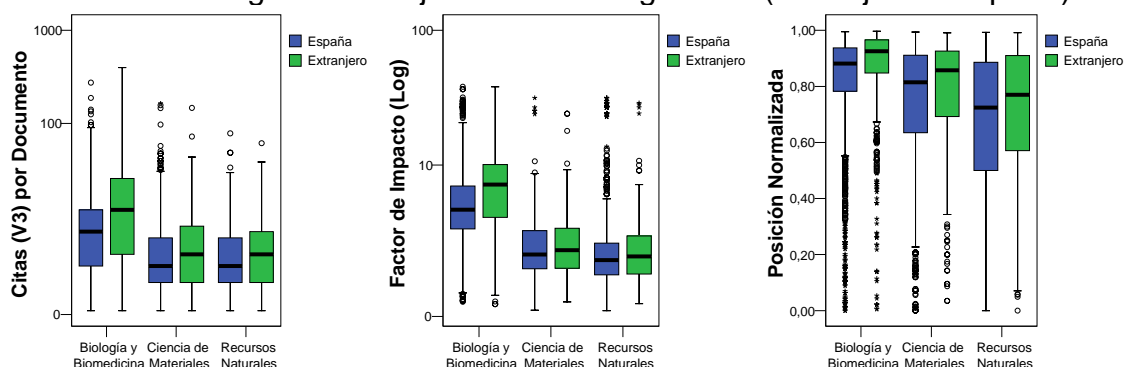
Figura 4.77. Distribución del año de publicación de los documentos en función del lugar de trabajo de los investigadores (extranjero o España)



A través de la Figura 4.77 y de los datos de la Tabla Anexo 5.12 (Anexo 5) se observa como los documentos realizados en el extranjero son más antiguos que los realizados en España, lo cual es indicativo de que son documentos realizados en estancias en el extranjero antes de entrar en el CSIC (diferencias significativas en todos los casos,  $p < 0,000$ ).

A continuación se ha analizado el impacto y la visibilidad de los documentos en función de si han sido publicados en el extranjero o en España (Figura 4.78), (Tabla Anexo 5.12 del Anexo 5).

Figura 4.78. Distribución del impacto y la visibilidad de los documentos en función del lugar de trabajo de los investigadores (extranjero o España)



De acuerdo con estos datos, los documentos publicados desde el extranjero presentan más citas y visibilidad que los documentos desde España, observándose diferencias significativas ( $p < 0,01$ ) en todos los casos con la salvedad del número de citas (V3) en Recursos Naturales.

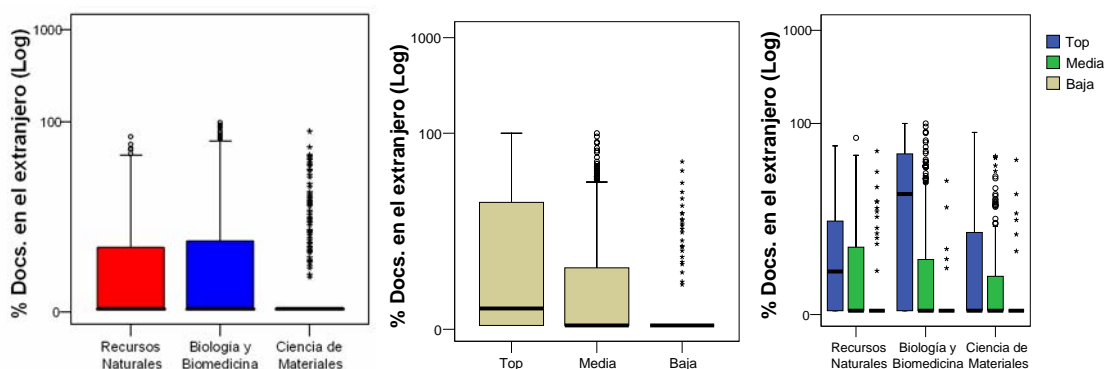
Este mayor impacto y visibilidad de los documentos realizados en el extranjero plantea la cuestión de si los investigadores (Top), que destacan por su alta actividad e impacto, tendrán también más documentos en el extranjero que el resto de los investigadores, aspecto que se analiza a continuación.

- Producción en el extranjero por Clase Científica, Categoría Profesional y Grupos de Edad

### Clase Científica

A continuación se analiza el porcentaje de documentos publicados en el extranjero por los investigadores objeto de estudio, según su clase científica y área (Figura 4.79) (datos numéricos en Tabla Anexo 5.13 del Anexo 5).

Figura 4.79. Distribución del porcentaje de documentos en el extranjero por Clase Científica

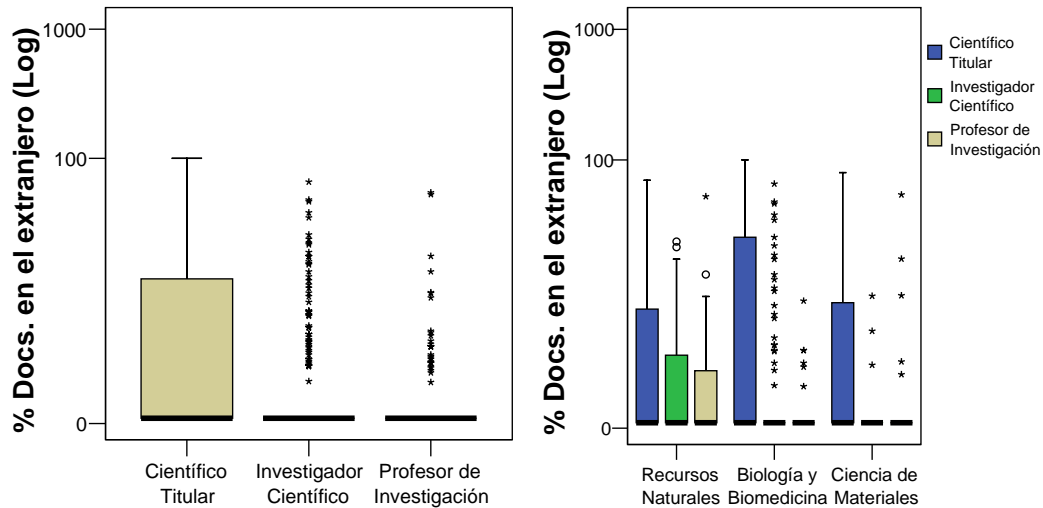


Los investigadores de Recursos Naturales y Biología y Biomedicina presentan porcentajes de documentos en el extranjero superiores a los observados para Ciencia de Materiales (4%, 9% y 3%, respectivamente;  $p < 0,01$ ).

Por clase científica, las diferencias son también claras, de forma que los investigadores Top tienen mayor porcentaje de documentos en el extranjero que los investigadores de otras clases ( $p < 0,000$ ). Esto se verifica para el conjunto de las tres áreas y para cada área por separado ( $p < 0,05$ ), aunque en Ciencia de Materiales las diferencias entre las Clases Top y Media no son estadísticamente significativas

#### Categoría Profesional

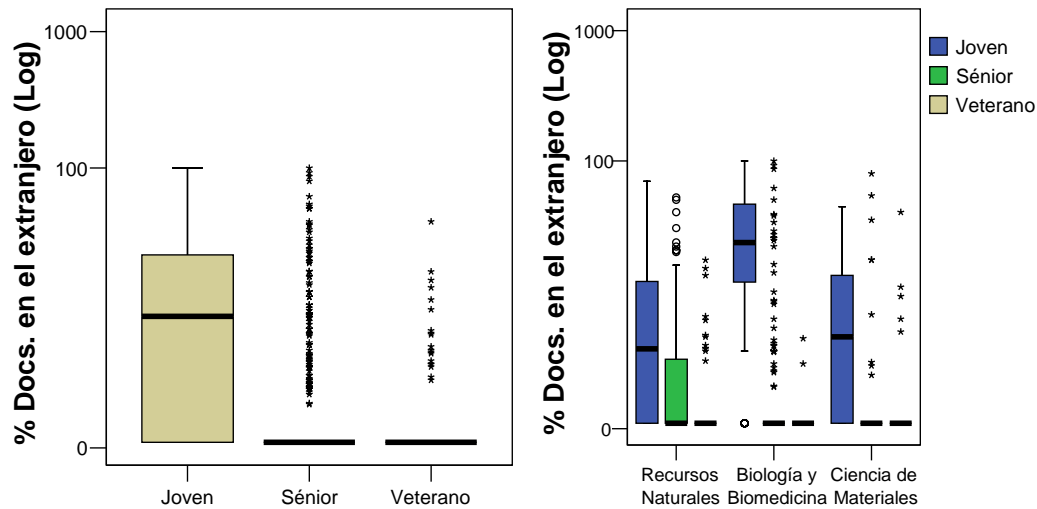
Figura 4.80. Distribución del porcentaje de documentos en el extranjero por categorías científicas



De acuerdo con la Figura 4.80 se observa como los Científicos Titulares presentan significativamente más documentos en el extranjero que las otras dos categorías científicas ( $p < 0,01$ ), esto sucede en las tres áreas analizadas. Hay que destacar el caso de Recursos Naturales, donde las categorías de Investigador Científico y Profesor de Investigación presentan más actividad en el extranjero que en las otras áreas, lo que sugiere que algunos investigadores de estas dos categorías han estado trabajando en centros foráneos durante el periodo de estudio.

### Grupos de Edad

Figura 4.81. Distribución del porcentaje de documentos en el extranjero por grupos de edad

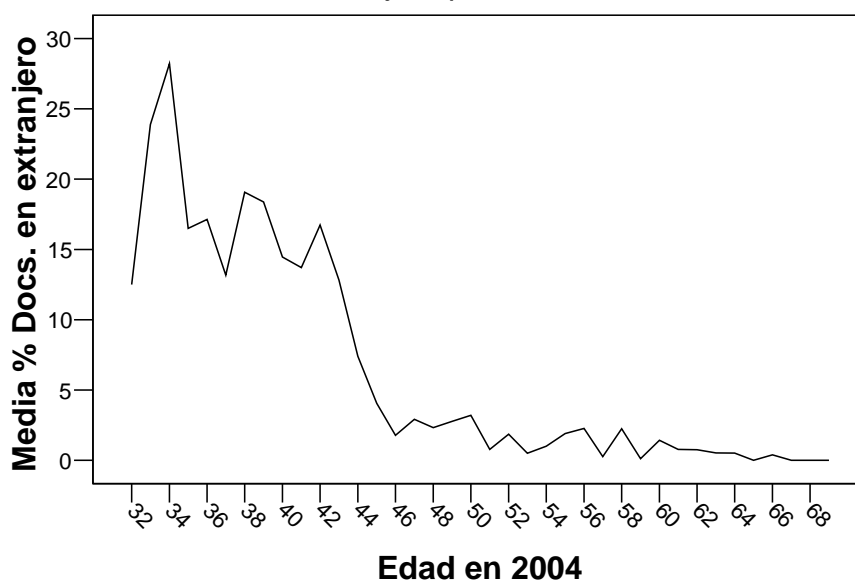


También en el caso de los grupos de edad se demuestra como los investigadores más jóvenes son los que presentan el mayor porcentaje de documentos en el extranjero, observándose este patrón en todas las áreas científicas ( $p < 0,01$ ). Destaca también nuevamente el caso de Recursos Naturales donde los investigadores sénior acumulan porcentajes de documentos en el extranjero más altos que en las otras dos categorías científicas, lo que plantea la idea de que los investigadores de esta área han tenido estancias o han estado trabajando en el extranjero a edades más avanzadas que en las otras dos áreas científicas.

Una prueba adicional de que los investigadores más jóvenes son los que presentan más documentos y experiencia en el extranjero se presenta en la Figura 4.82, donde se dibuja la media del porcentaje de documentos en el extranjero para las distintas edades.



Figura 4.82. Evolución de la media del porcentaje de documentos en el extranjero por edad



La Figura 4.82 muestra claramente como son los investigadores en una franja de edad entre los 32 y los 44 años son los que presentan un mayor porcentaje de su producción realizada en el extranjero.

Los resultados descritos ponen de relieve la importancia que las estancias y experiencia de trabajo en otros países tiene para la mejora en el rendimiento científico de los investigadores.

#### **4.2.4. Principales características de los documentos a nivel individual: uso de información, longitud de los trabajos y posición de firma**

En este apartado se describen las principales características relacionadas con el uso de información y la longitud de los trabajos, en función de la clase científica y/o la categoría profesional a la que pertenecen los investigadores. Se analiza también la posición de firma que ocupan los investigadores en los documentos.

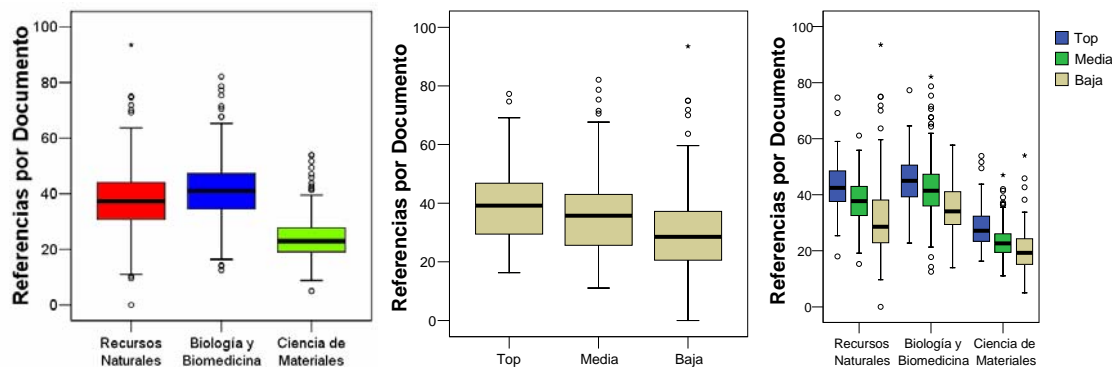
Los datos numéricos relativos al análisis de referencias y a las páginas de los documentos pueden verse en detalle en la Tabla Anexo 5.14 del Anexo 5.

##### **4.2.4.1. Uso de información a nivel individual: análisis de las referencias de los documentos**

Se profundiza en los patrones de uso de información por parte de los investigadores desde una perspectiva individual y atendiendo a su clase científica. En este sentido, se analizan las referencias de los documentos, entendiendo que éstas ofrecen una interesante visión del uso de información que hacen los investigadores, así como del conocimiento que tiene de sus respectivos campos de trabajo.

En primer lugar, se presentan las diferencias en cuanto al número de referencias por documento entre las áreas científicas y también en función de las diferentes clases científicas (Figura 4.83).

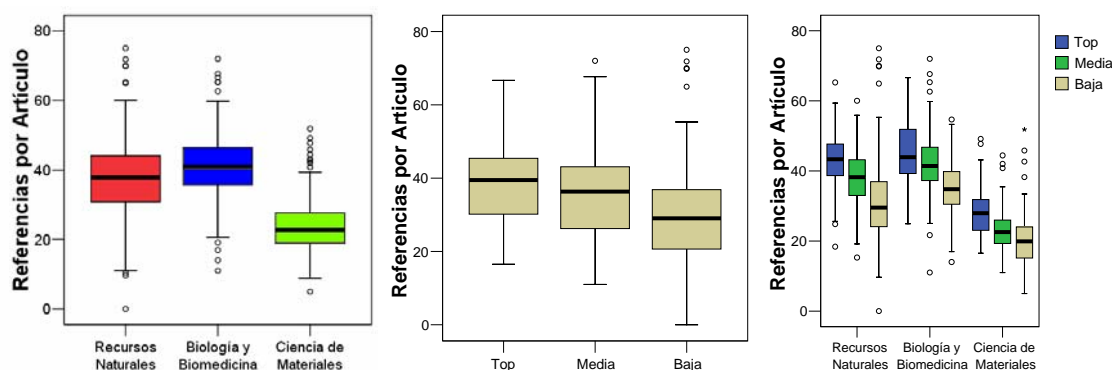
Figura 4.83. Distribución del número de referencias por documento por clases y áreas científicas



Biología y Biomedicina es el área donde los investigadores tienen más referencias por documento. Asimismo, los investigadores Top son los que presentan más referencias por documento, observándose esto para el conjunto de todas las áreas (figura central en Figura 4.83) y en particular en cada una de ellas (figura de la derecha en Figura 4.83), siendo las diferencias estadísticamente significativas en todos los casos ( $p < 0,05$ ).

Se ha realizado el mismo análisis anterior incluyendo únicamente el tipo documental Artículo, para de este modo evitar los sesgos que otros tipos documentales como los “Reviews” puedan introducir (Figura 4.84).

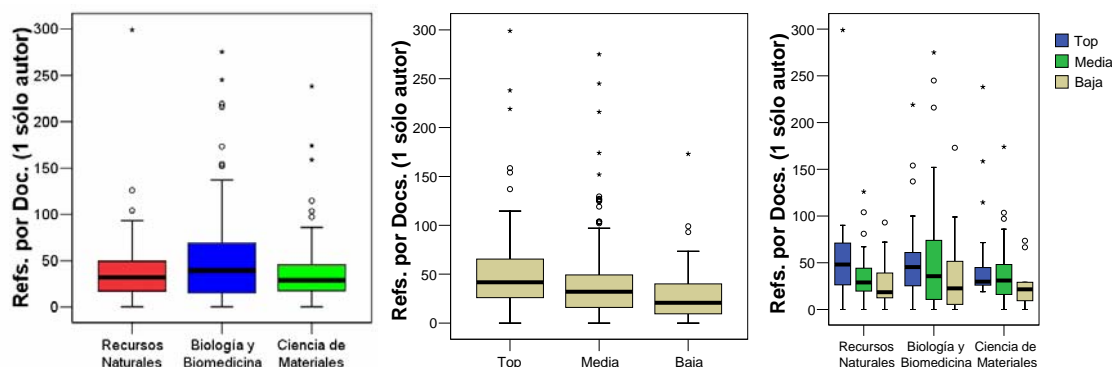
Figura 4.84. Distribución del número de referencias por artículo por clases y áreas científicas



Considerando únicamente el tipo documental Artículo se observa prácticamente el mismo patrón que antes, siendo los investigadores del área de Biología y Biomedicina los que presentan más referencias por artículo, destacando sobre todo los investigadores Top. Diferencias estadísticamente significativas han sido encontradas en todos los casos ( $p < 0,05$ ).

También para evitar los posibles sesgos derivados de la colaboración, se ha realizado un análisis considerando únicamente los documentos con un solo autor (Figura 4.85).

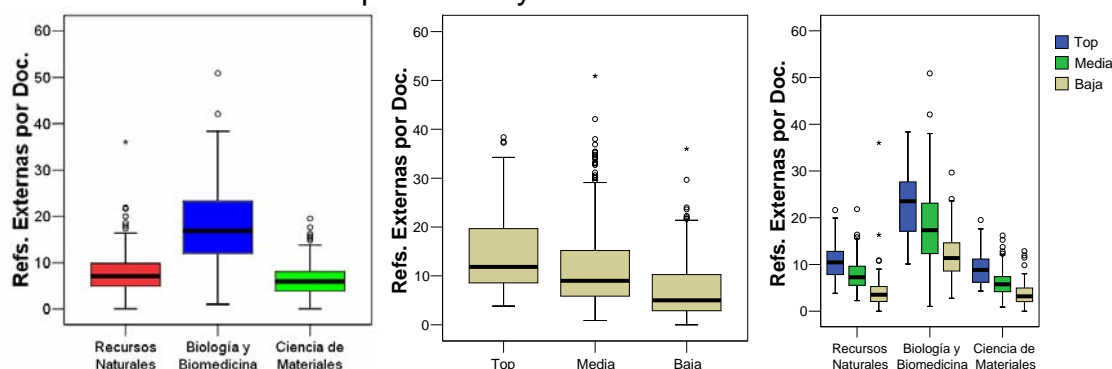
Figura 4.85. Distribución del número de referencias por documento por clases y áreas científicas: documentos con 1 solo autor



En este caso, no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre las áreas científicas. En cambio sí se han observado diferencias entre los investigadores Top y el resto ( $p < 0,05$ ) presentando éstos más referencias en sus documentos como único autor que las otras dos clases. Dentro de cada área científica los Top muestran un mayor número de referencias por documento que las otras clases en Recursos Naturales ( $p < 0,01$ ) y mayor que la Clase Baja en Ciencia de Materiales ( $p < 0,05$ ). En Biología y Biomedicina no se han encontrado diferencias significativas, aunque el patrón es favorable para los investigadores Top.

Por otra parte, para evitar el posible efecto de las autocitas, se han analizado también las referencias externas por documento de cada investigador. Para ello únicamente se han considerado las Referencias a documentos WOS posteriores a 1993, considerando como “Referencias Externas” las Referencias a documentos que no estaban firmados por ninguno de los coautores del documento original. En otras palabras, son todas aquellas referencias que no autocitan a ninguno de los documentos previos de alguno de los coautores del documento fuente (Figura 4.86).

Figura 4.86. Distribución del número de referencias externas por documento por clases y áreas científicas

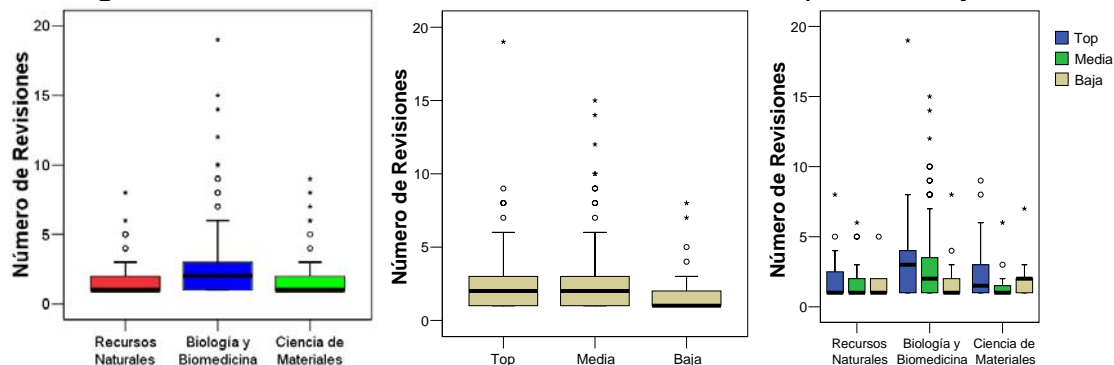


Han sido detectadas diferencias estadísticamente significativas a nivel global entre áreas científicas y clases de investigadores ( $p < 0,000$ ). Asimismo también se han encontrado diferencias estadísticamente significativas por áreas y por clase científica ( $p < 0,000$ ), observándose que los investigadores Top incluyen

más referencias externas en sus documentos que las otras dos clases de investigadores en las tres áreas.

Por otra parte, otro aspecto de interés, son los artículos de Revisión (“Reviews”) dado que la realización de estos artículos presupone un amplio conocimiento de las áreas en la que se producen. Por lo tanto, se plantea la hipótesis de que los mejores investigadores producirán más artículos de revisión dado que conocen mejor sus áreas de trabajo e investigación. Este aspecto se analiza en la Figura 4.87.

Figura 4.87. Distribución del número de Revisiones por clases y áreas

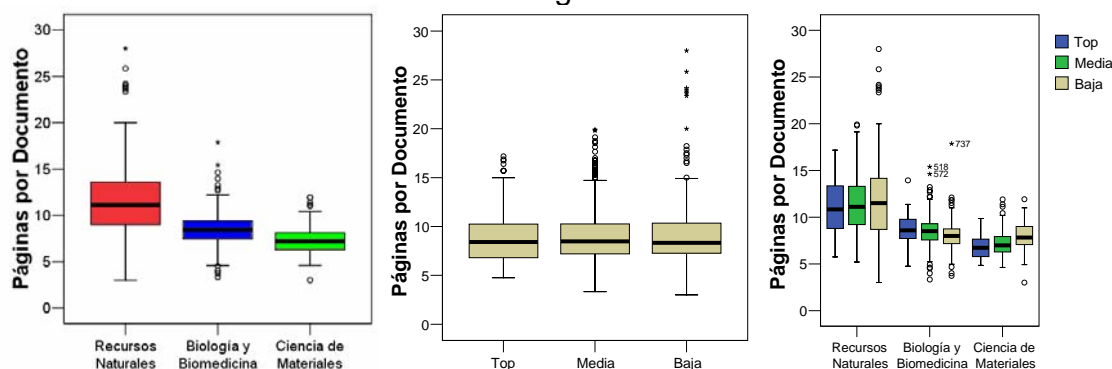


A través de la Figura 4.87 se comprueba como los investigadores del área de Biología y Biomedicina presentan más revisiones que el resto de investigadores de las otras dos áreas. En este sentido, se han encontrado diferencias significativas entre Biología y Biomedicina y el resto de áreas ( $p < 0,05$ ) lo cual concuerda con lo observado con anterioridad de la mayor presencia de este tipo documental entre los documentos de esta área. Entre las clases científicas se han encontrado diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre los investigadores de Clase Baja y el resto, lo que pone de manifiesto que los investigadores de esta clase presentan significativamente menos revisiones que el resto de clases. Por áreas, se observan diferencias estadísticamente significativas para Ciencia de Materiales entre la Clase Media con las otras dos ( $p < 0,05$ ) y para Biología y Biomedicina entre la Clase Baja con las otras dos ( $p < 0,01$ ). En términos generales, se observa una tendencia entre los investigadores de las clases más altas (Clases Top y Media) a publicar más revisiones que los investigadores de Clase Baja.

#### 4.2.4.2. Longitud de los artículos

En este apartado se analiza si los investigadores Top presentan más páginas por documento que el resto de investigadores. Para ello se ha analizado el ratio de páginas por documento de los científicos analizados (Figura 4.88).

Figura 4.88. Distribución del número de páginas por documento de los investigadores



Como se puede observar los documentos del área de Recursos Naturales presentan más páginas por documento que el resto, existiendo diferencias significativas entre las áreas científicas ( $p < 0,000$ ). Sin embargo, el análisis por clase científica demuestra que no hay diferencias entre las mismas de modo general (figura central), aunque en el análisis desagregado por áreas sí se han encontrado diferencias para Biología y Biomedicina y Ciencia de Materiales entre la Clase Baja y el resto ( $p < 0,05$ ), curiosamente con esta clase presentando más páginas por documento que el resto.

En términos generales se constata que existen diferencias entre áreas en el número de páginas por documento (con Recursos Naturales como el área con más páginas por documento), pero que dicha variable no es un elemento determinante de las diferentes clases de científicos.

#### 4.2.4.3. Posición de firma de los investigadores

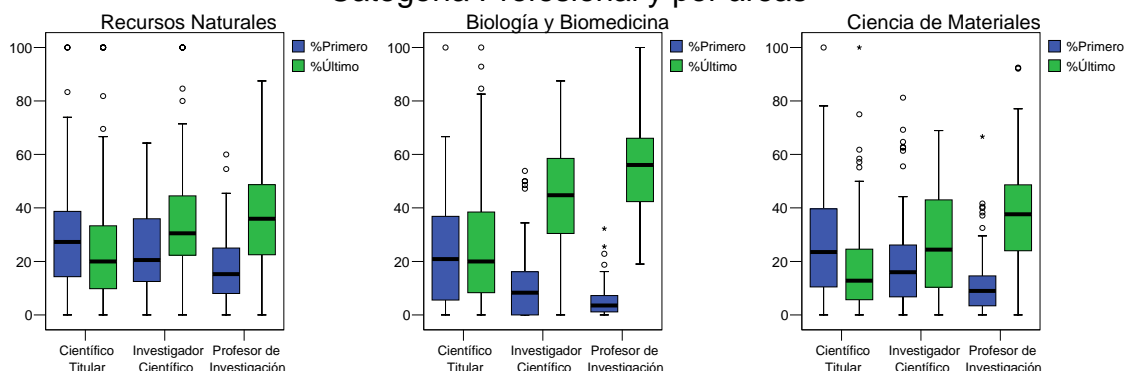
Un análisis de gran interés es el de la posición de firma de los investigadores en los documentos. Trabajos previos (Costas y Bordons, 2005; Shapiro et al, 1994; Bordons et al, 2005) han demostrado que la posición de firma de los investigadores no es aleatoria y que responde a cierta estructuración social y al distinto grado de contribución al documento. En este sentido se plantea el interés de estudiar la posición de firma de los científicos en función de diversos aspectos como es su categoría profesional, su edad y su clase científica. Para ello, para cada investigador se ha calculado su porcentaje de documentos firmados en posición primera, última y media. También se ha calculado el porcentaje de documentos como firmante único, aunque no se ha considerado para este análisis.

En la Tabla Anexo 5.15 del Anexo 5 se presentan los datos cuantitativos de los porcentajes de documentos firmados en primera y última posición por categoría profesional, grupos de edad y clase científica, aspectos que serán analizados gráficamente a continuación.

##### - Categoría Profesional

En primer lugar se analiza la posición de firma de los investigadores atendiendo a su categoría profesional (Figura 4.89).

Figura 4.89. Distribución de la posición de firma de los investigadores por Categoría Profesional y por áreas



La Figura 4.89 muestra un patrón inequívoco para las tres áreas científicas, en función del cual los Científicos Titulares publican más documentos en primera posición y menos en última, y los Profesores de Investigación más en última posición y menos en primera. Se han detectado diferencias significativas entre las categorías profesionales en función de la posición de firma ( $p < 0,01$ ). Únicamente hay que mencionar la excepción de Recursos Naturales, donde no se observan diferencias entre los Científicos Titulares y los Investigadores Científicos en su tendencia a firmar en primer lugar, ni entre los Investigadores Científicos y los Profesores de Investigación en su tendencia a firmar en última posición.

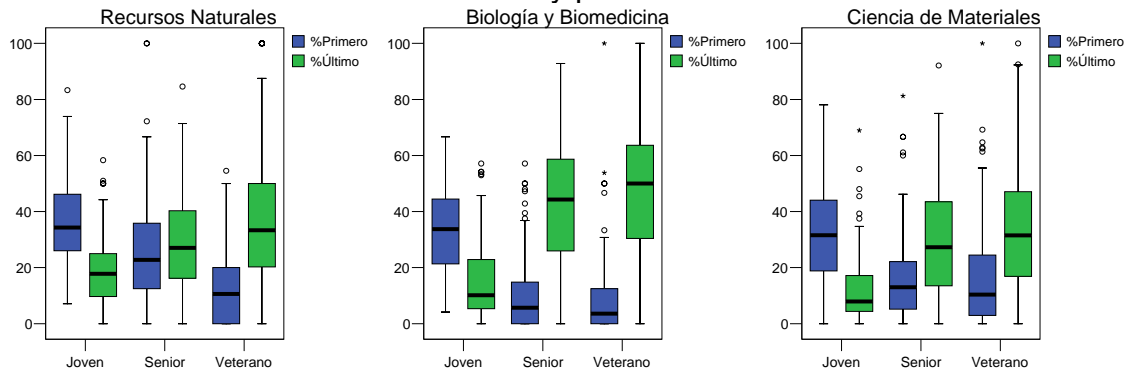
El Test de signos indica que existen diferencias dentro de las categorías profesionales en cuanto a los porcentajes de documentos firmados en primera y última posición ( $p < 0,05$ ) lo que indica que los investigadores de una misma categoría muestran una distribución más favorable hacia una u otra posición. La única excepción es la de los Científicos Titulares de Biología y Biomedicina quienes firman indistintamente en primera y última posición (no se han encontrado diferencias significativas).

#### - Grupos de Edad

Para el análisis de la posición de firma de los científicos según su edad se han considerado los grupos de edad establecidos para los investigadores del CSIC (Jóvenes, Sénior y Veteranos) realizando el mismo análisis que para las categorías profesionales.

En la Figura 4.90 se presenta la distribución del porcentaje de documentos firmados en primera y última de acuerdo a los grupos de edad en cada una de las tres áreas de estudio.

Figura 4.90. Distribución de la posición de firma de los investigadores por grupo de edad y por áreas

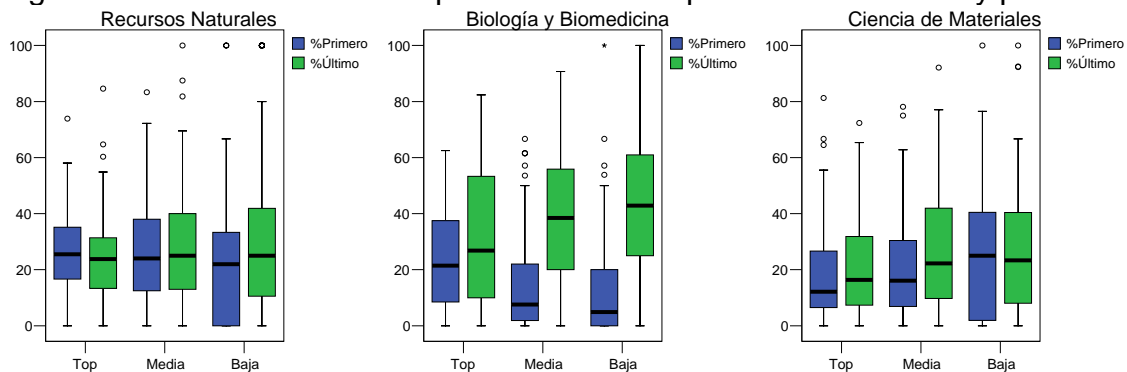


Se observa nuevamente un patrón muy marcado para las tres áreas analizadas, donde los investigadores más jóvenes presentan los porcentajes más altos de documentos firmados en primera posición y los menores en última, mientras que lo contrario sucede para los investigadores de más edad quienes presentan los porcentajes más altos de documentos firmados en última posición y los más bajos en primera posición. Se han encontrado diferencias significativas entre los investigadores Jóvenes y los otros dos grupos de edad ( $p < 0,000$ ). El Test de signos también ha demostrado que existen diferencias significativas entre el porcentaje de documentos firmado por los investigadores en primer y último lugar dentro de cada grupo de edad ( $p < 0,05$ ). Todo esto permite afirmar que la posición de firma está directamente relacionada con la edad de los investigadores.

#### - Clase Científica

Igualmente se ha procedido a realizar el análisis de la posición de firma atendiendo a las tres clases científicas (Figura 4.91).

Figura 4.91. Distribución de la posición de firma por Clase Científica y por áreas



En este caso, al contrario que lo observado en los dos análisis previos, no se observa el patrón anterior de forma clara y común para las tres áreas.

En Recursos Naturales y Ciencia de Materiales las tres clases presentan similares porcentajes de documentos firmados en primera y última posición, de hecho el análisis del test de signos demuestra que no hay diferencias dentro de

cada clase en el porcentaje de documentos firmados en primera y última posición.

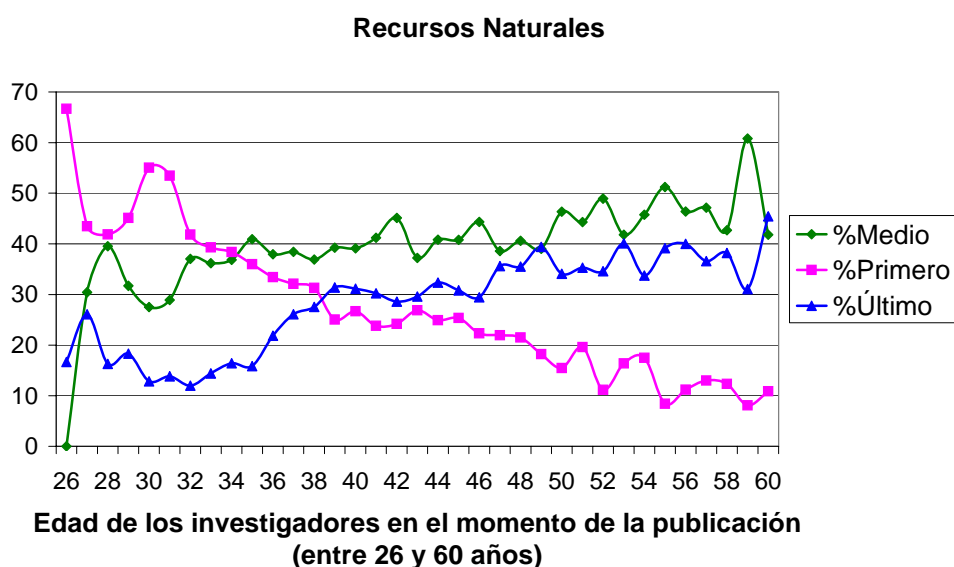
El área de Biología y Biomedicina es la más llamativa, dado que en ella sí se observa diferencias por clases científicas. En este sentido, los investigadores Top son los que presentan mayores ratios de documentos firmados en primera posición (aunque el porcentaje de documentos firmados en última posición es ligeramente superior y no se han encontrado diferencias significativas entre ambas posiciones), mientras que para los investigadores de Clase Media y Baja el porcentaje de documentos en última posición es muy superior al firmado en primera posición y el test de signos arroja que efectivamente existen diferencias estadísticamente significativas entre ambas posiciones de firma dentro de cada clase ( $p < 0,000$ ).

- *Evolución de la posición de firma de los investigadores según edad*

Finalmente, se ha procedido a analizar la evolución de la posición de firma de los investigadores en función de su edad. Se ha planteado un análisis basado en la edad que tenían los investigadores en el año de publicación de sus documentos, calculándose para cada documento la edad que tenía el investigador objeto de estudio en el momento de la publicación, así como su posición de firma en el mismo. De esta forma, para cada “edad de publicación” se conocen todos los documentos y las posiciones de firma de los investigadores en los mismos. Hay que tener en cuenta que los documentos con varios investigadores de diferentes edades se han consignado para cada edad, por lo que pueden existir duplicaciones.

En primer lugar, se han considerado los 6031 documentos que habían sido publicados por los investigadores de Recursos Naturales cuando tenían entre 26 y 60 años (Figura 4.92). Esta figura recoge para los documentos de los investigadores en cada grupo de edad el porcentaje de documentos firmados en posición inicial, final y media.

Figura 4.92. Evolución de la posición de firma con la edad: Recursos Naturales



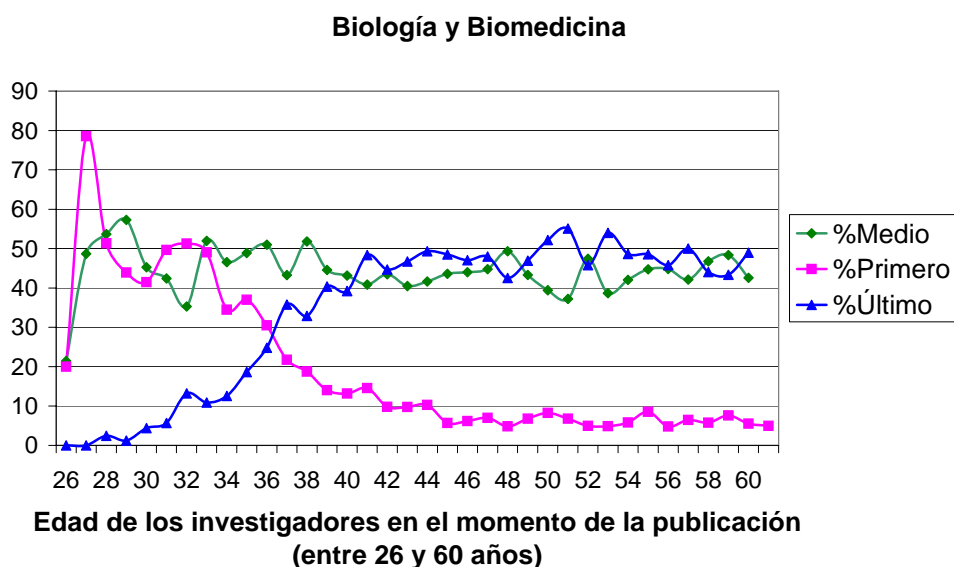


En el área de Recursos Naturales los investigadores más jóvenes (menos de 34 años) tienden a firmar en primera posición. Se observa una tendencia muy clara a lo largo del tiempo, de forma que a medida que aumenta la edad de los investigadores disminuye el porcentaje de documentos firmados en primer lugar y aumenta el porcentaje firmado en último lugar, lo que sugiere un cambio de la primera a la última posición. En este área a partir de los 38-39 años, los investigadores firman más en última que en primera posición, aunque ambos porcentajes de firma son muy similares hasta prácticamente los 46 años. Por otra parte, es también destacable el hecho de que el porcentaje de documentos firmados en posición intermedia también crece con el tiempo de una forma sostenida, siendo además la posición de firma más habitual especialmente a partir de los 34-35 años.

A continuación se analiza la evolución de la posición de firma para el área de Biología y Biomedicina, en este caso se han analizado 8922 documentos publicados cuando los investigadores tenían entre 26 y 60 años.

En la Figura 4.93 se presenta la evolución de la posición de firma por edad de los investigadores para el área de Biología y Biomedicina.

Figura 4.93. Evolución de la posición de firma con la edad: Biología y Biomedicina

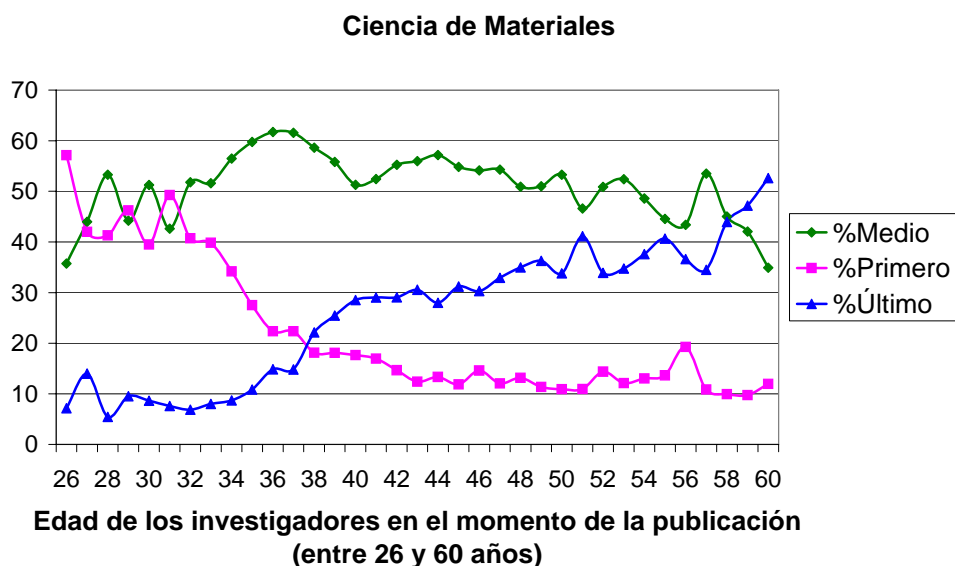


Se observa el mismo patrón descrito para Recursos Naturales, en este caso el cambio en la posición de firma de la primera a la última se da entre los 35-36 años (ligemente antes que en Recursos Naturales). La posición de firma intermedia es también la más frecuente a cualquier edad (aunque a partir de los 48-49 años tiende a predominar la posición final).

En el caso de Ciencia de Materiales (Figura 4.94) se analiza un total de 9537 documentos publicados cuando los investigadores tenían entre 26 y 60 años. Se observa la misma tendencia que en Recursos Naturales y Biología y Biomedicina. En este caso el cambio de la posición de firma se da cuando los

investigadores tienen entre 37 y 38 años (a medio camino entre lo observado en Recursos Naturales y Biología y Biomedicina). Asimismo, los documentos firmados en posición intermedia predominan en la producción de los investigadores en todas las edades.

Figura 4.94. Evolución de la posición de firma con la edad: Ciencia de Materiales

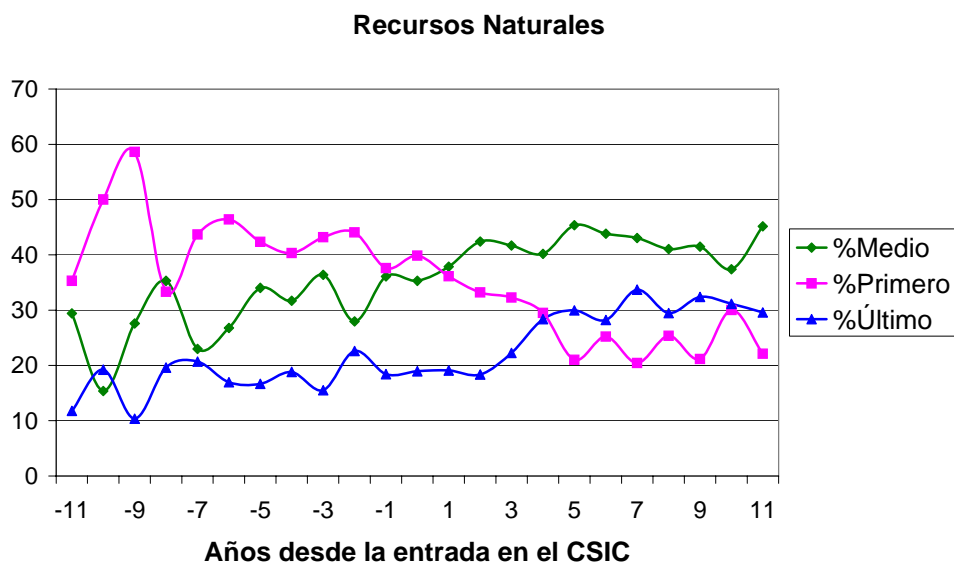


- *Evolución de la posición de firma de los investigadores según la edad de ingreso en el CSIC*

Se ha analizado el posible efecto del ingreso en el CSIC sobre la posición de firma de los autores. Para ello, se han analizado únicamente los documentos cuyos investigadores firmantes estuvieran en el momento de la publicación entre los años -11 (once años antes de obtener la plaza en el CSIC) y 11 años (once años después de obtener la plaza en el CSIC), en total 17245 documentos cumplían este requisito.

En primer lugar se analiza la evolución para Recursos Naturales (Figura 4.95), considerándose 4510 documentos publicados por investigadores con documentos entre los años -11 y 11 de su entrada en la institución.

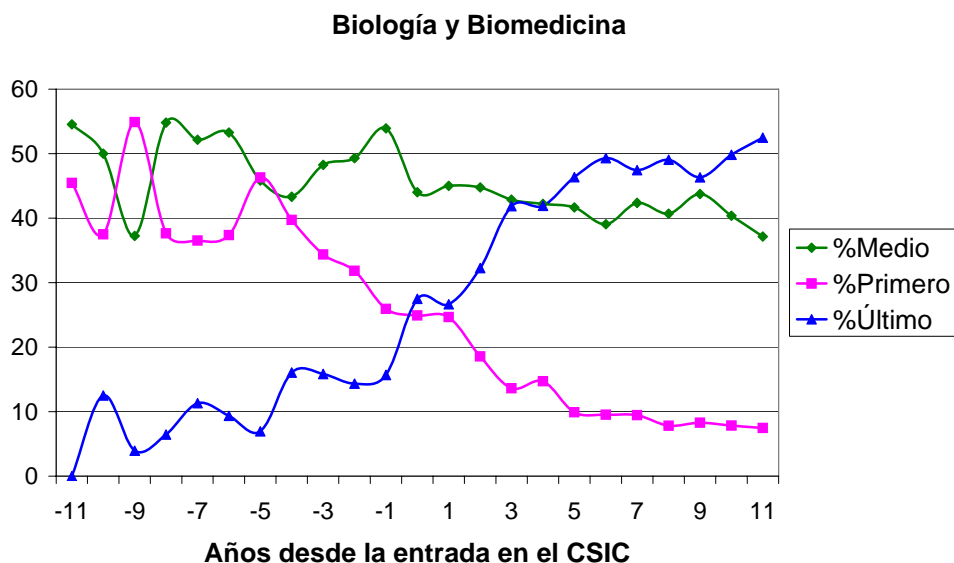
Figura 4.95. Evolución de la posición de firma por años de entrada en el CSIC:  
Recursos Naturales



En la Figura 4.95 se observa prácticamente el mismo patrón observado para la edad de los investigadores. En promedio los investigadores firman más en primera posición hasta poco después de entrar en el CSIC para pasar a firmar más en posiciones intermedias cuando obtienen la plaza, y al cabo de los 3-4 años después de la entrada en el CSIC dar el cambio a la última posición aunque la firma predominante sigue siendo la intermedia.

El análisis del área de Biología y Biomedicina se presenta en la Figura 4.96. En este caso se han analizado 5870 documentos producidos por un total de 282 investigadores con documentos entre los años -11 y 11 de su entrada en el organismo.

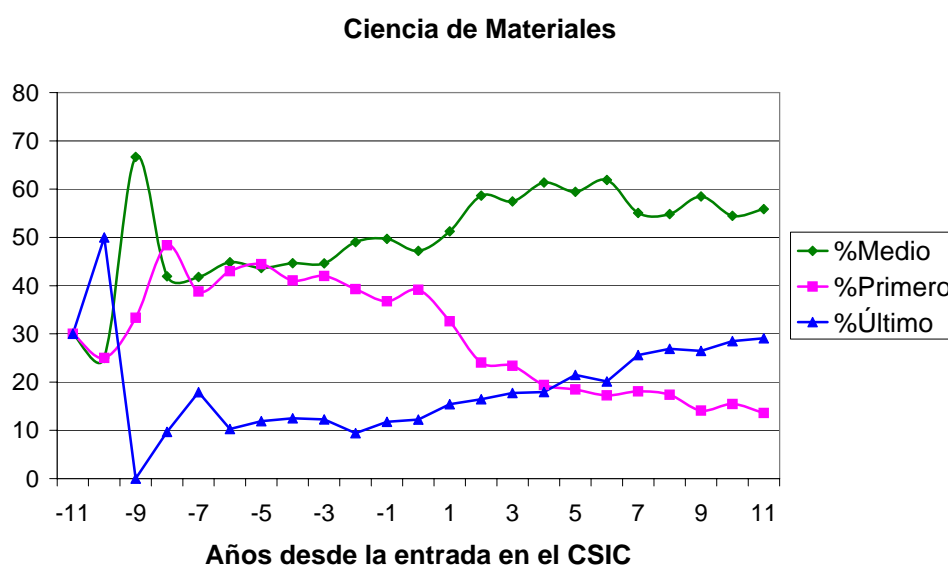
Figura 4.96. Evolución de la posición de firma por años de entrada en el CSIC:  
Biología y Biomedicina



En la Figura 4.96, se observa el mismo patrón que en Recursos Naturales, aunque en el caso de Biología y Biomedicina la posición intermedia es más frecuente durante casi todo el periodo y el cambio de primera a última posición se da entre el año antes de entrar (-1) y el año de entrada en el CSIC (0).

El área de Ciencia de Materiales también ha sido analizada desde la perspectiva del cambio de posición de firma en función de los años de entrada en el CSIC. En este caso se han analizado los 6908 documentos realizados por 232 investigadores con producción entre los años -11 y 11 desde la obtención de su plaza en el CSIC (Figura 4.97).

Figura 4.97. Evolución de la posición de firma por años de entrada en el CSIC: Ciencia de Materiales



Los documentos de Ciencia de Materiales presentan el mismo patrón que en las otras dos áreas. En este caso los documentos firmados en posición intermedia son los más frecuentes especialmente a partir del año 6 antes de entrar en el CSIC, mientras que el cambio de posición de primera a última posición se localiza a partir del cuarto año después de haber obtenido la plaza en la institución.

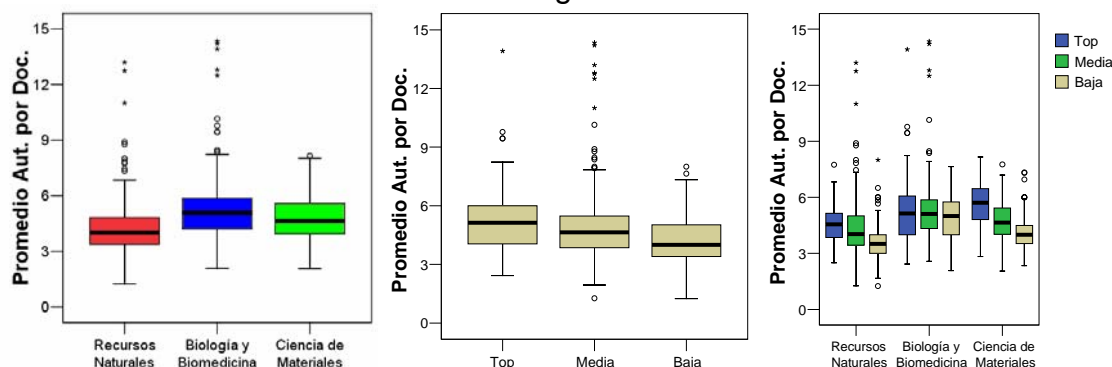
#### 4.2.5. Colaboración científica a nivel individual

En este apartado se analiza la colaboración de los investigadores a nivel individual, analizándose primero desde el punto de vista de la coautoría y en un segundo paso según el número de centros diferentes que aparecen en el campo *address* de sus documentos. Los principales valores numéricos de este análisis pueden consultarse en la Tabla Anexo 5.16 del Anexo 5.

##### 4.2.5.1. Colaboración entre autores por Clase Científica

La figura 4.98 muestra la colaboración de los investigadores en función del número de autores que en promedio firman sus documentos.

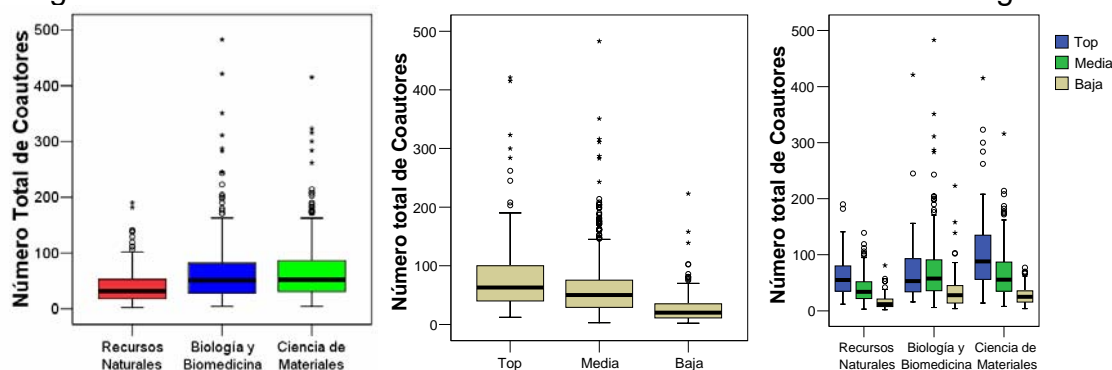
Figura 4.98. Distribución del número de autores por documento de los investigadores



De acuerdo con la Figura 4.98, se han observado diferencias estadísticamente significativas entre áreas y entre clases científicas ( $p < 0,001$ ). En el área de Biología y Biomedicina se detecta el mayor número de autores por documento. En lo que respecta a la clase científica, los investigadores Top son los que presentan en promedio más autores en sus documentos en los casos de Recursos Naturales y Ciencia de Materiales ( $p < 0,05$ ), pero no en Biología y Biomedicina, donde no se observan diferencias en cuanto al número de autores por documento de los investigadores en función de la clase científica.

En la Figura 4.99 se presenta la distribución del número total de coautores diferentes según las áreas científicas y las clases de investigadores.

Figura 4.99. Distribución del número total de coautores de los investigadores



Se observa que los investigadores de Recursos Naturales presentan un menor número de coautores diferentes que las otras dos áreas ( $p < 0,000$ ). En lo que se refiere a la clase científica, el número de coautores tiende a ascender desde la clase Baja a la Top ( $p < 0,000$ ). Este último comportamiento se verifica en Recursos Naturales y Ciencia de Materiales, mientras que en Biología y Biomedicina no se observan diferencias en el número de coautores de los investigadores Top y Medios.

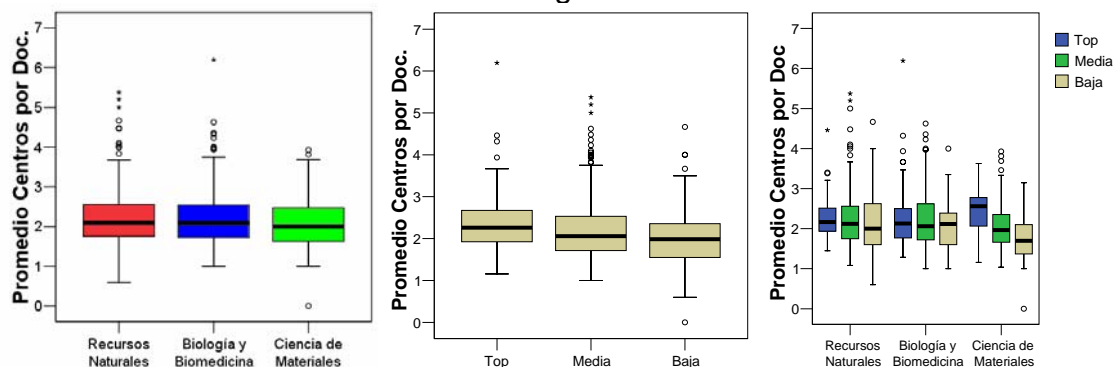
Este análisis pone de relieve como los investigadores Top tienen más colaboradores y más variados que los investigadores de las otras clases científicas.

#### 4.2.5.2. Colaboración entre centros

En este apartado se analiza la colaboración en función del número de centros que aparecen en el campo *address* de los documentos, es decir de los datos de afiliación institucional de los documentos.

En primer lugar se ha analizado el promedio del número de centros por documento de cada investigador (Figura. 4.100).

Figura 4.100. Distribución del número medio de centros por documento de los investigadores

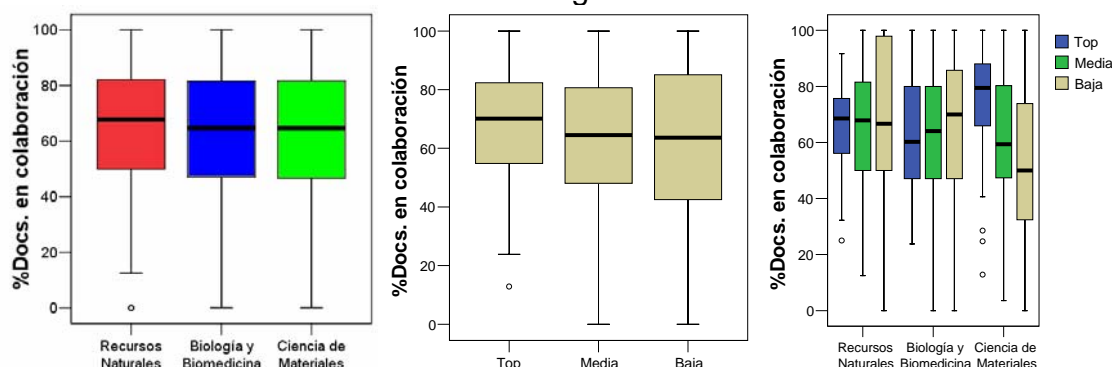


Para el conjunto de las áreas, el número de centros tiende a disminuir en función de la clase científica, desde la Clase Top a la Baja siendo las diferencias significativas ( $p < 0,001$ ). Por áreas, únicamente se han encontrado diferencias entre Ciencia de Materiales y Recursos Naturales ( $p < 0,05$ ), presentando la primera menos centros por documento.

Analizando las clases científicas dentro de cada una de las áreas, solamente se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en el caso de Ciencia de Materiales ( $p < 0,000$ ) donde el número de centros por documento desciende desde la Clase Top a la Baja.

A continuación se analiza el porcentaje de documentos en colaboración de cada investigador (Figura 4.101).

Figura 4.101. Distribución del porcentaje de documentos en colaboración por investigador



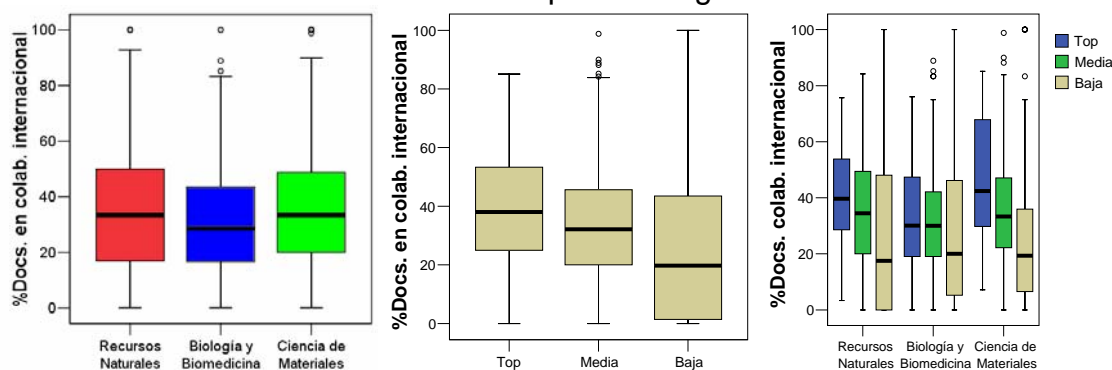
En este caso las diferencias no son evidentes, de hecho no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas por áreas. Por clases para el conjunto de las tres áreas sólo hay diferencias ( $p < 0,05$ ) entre los Top (que presentan los mayores valores) y los Medio (con los menores). Por áreas sólo hay diferencias estadísticamente significativas entre clases en Ciencia de Materiales, donde los Top presentan los mayores valores ( $p < 0,05$ ).

A continuación se presenta un análisis considerando los tres tipos principales de colaboración: colaboración internacional, colaboración nacional y sin colaboración institucional.

#### - Colaboración Internacional

En la Figura 4.102 se analiza la distribución del porcentaje de documentos en colaboración internacional por áreas y por clase científica.

Figura 4.102. Distribución del porcentaje de documentos en colaboración internacional por investigador



Destaca el hecho de que los investigadores de Biología y Biomedicina son los que presentan los porcentajes más bajos de colaboración internacional ( $p < 0,001$ ). En lo que se refiere a la clase científica, los investigadores Top son los que presentan la mayor actividad en colaboración internacional, que alcanza los menores valores en los investigadores de la Clase Baja.

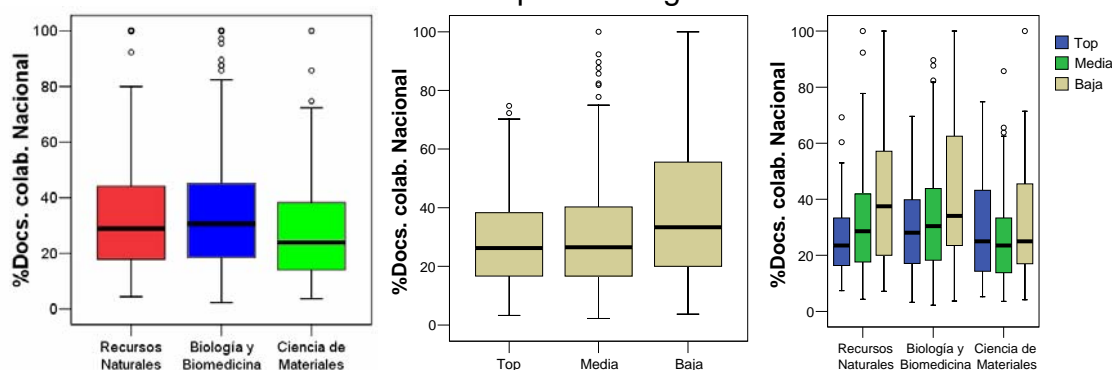
Dentro de cada área se han observado diferencias significativas entre clases científicas en Recursos Naturales y Ciencia de Materiales ( $p < 0,05$ ).

descendiendo el porcentaje de documentos en colaboración internacional desde la Clase Top a la Baja. En Biología y Biomedicina, los investigadores de la Clase Top y Media presentan el mayor porcentaje de documentos en colaboración internacional, superior a la observada para la Clase Baja ( $p < 0,05$ ).

#### - Colaboración Nacional

A continuación se analiza la distribución del porcentaje de documentos en colaboración nacional (Figura 4.103).

Figura 4.103. Distribución del porcentaje de documentos en colaboración nacional por investigador



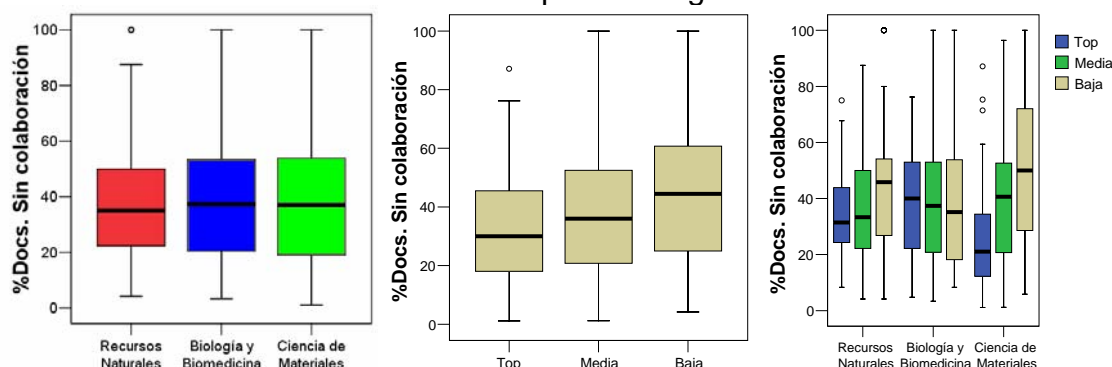
Es llamativo el hecho de que son los investigadores de Clase Baja los que presentan los mayores valores de Colaboración Nacional, detectándose además diferencias significativas ( $p < 0,000$ ). Por áreas, destaca el menor ratio de documentos en colaboración nacional de los investigadores de Ciencia de Materiales ( $p < 0,001$ ). Por áreas y clase científica, se observa un perfil similar para Recursos Naturales y Biología y Biomedicina, con una tendencia de las clases más bajas a presentar mayores porcentajes de colaboración nacional ( $p < 0,05$ ). En el caso concreto de Ciencia de Materiales no se han observado diferencias significativas entre las tres clases.

#### - Sin colaboración institucional

Se plantea también el análisis de la distribución del porcentaje de los documentos sin colaboración institucional para los investigadores de las diferentes áreas y en función de las clases científicas (Figura 4.104).



Figura 4.104. Distribución del porcentaje de documentos sin colaboración institucional por investigador



En primer lugar hay que señalar que no se han encontrado diferencias significativas entre áreas científicas. Sin embargo, por clase científica sí se observa que son los investigadores de Clase Baja los que presentan un mayor porcentaje de documentos sin colaboración institucional, decreciendo este porcentaje a medida que se asciende en la clase científica y detectándose diferencias estadísticamente significativas.

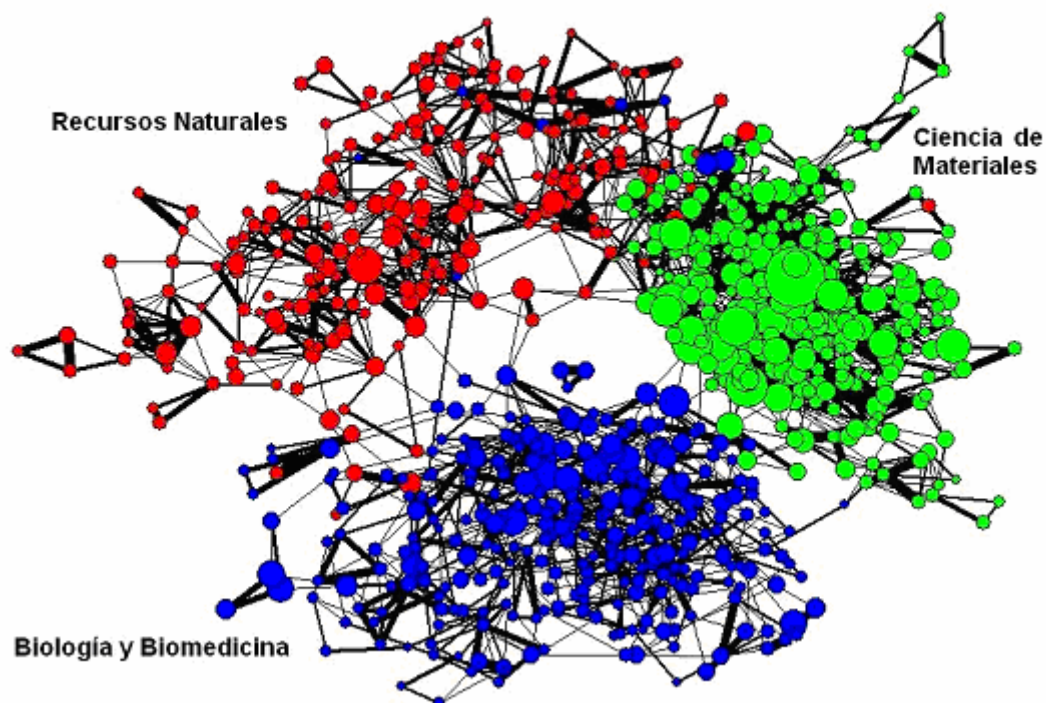
Combinando áreas y clases científicas, se observa que en Ciencia de Materiales hay diferencias entre todas las clases ( $p < 0,05$ ), respondiendo al patrón general; algo similar se observa en Recursos Naturales, donde se han detectado diferencias entre los investigadores de clase Baja y el resto ( $p < 0,05$ ). En Biología y Biomedicina no se observan diferencias estadísticamente significativas entre los investigadores según su clase científica.

#### 4.2.5.3. Mapas de colaboración entre investigadores

En este capítulo se presenta un análisis gráfico de la colaboración entre los investigadores analizados. Para este análisis únicamente se han considerado los investigadores con documentos en colaboración con otros investigadores del CSIC (937). Además, para los mapas por áreas se han descartado los investigadores con una producción menor del percentil 33 de sus respectivas áreas (Biología y Biomedicina=18, Ciencia de Materiales=29 y Recursos Naturales=14), para obtener mapas con mejor visibilidad de sus nodos y relaciones.

A continuación, en la Figura 4.105 se presenta el análisis general de todos los investigadores que colaboran con otros investigadores de la población estudiada en el conjunto de las tres áreas objeto de análisis.

Figura 4.105. Mapa de colaboración entre los investigadores de las tres áreas analizadas



Nota: el número de investigadores analizados por área son los siguientes: Biología y Biomedicina, 245; Ciencia de Materiales, 221; y Recursos Naturales, 220

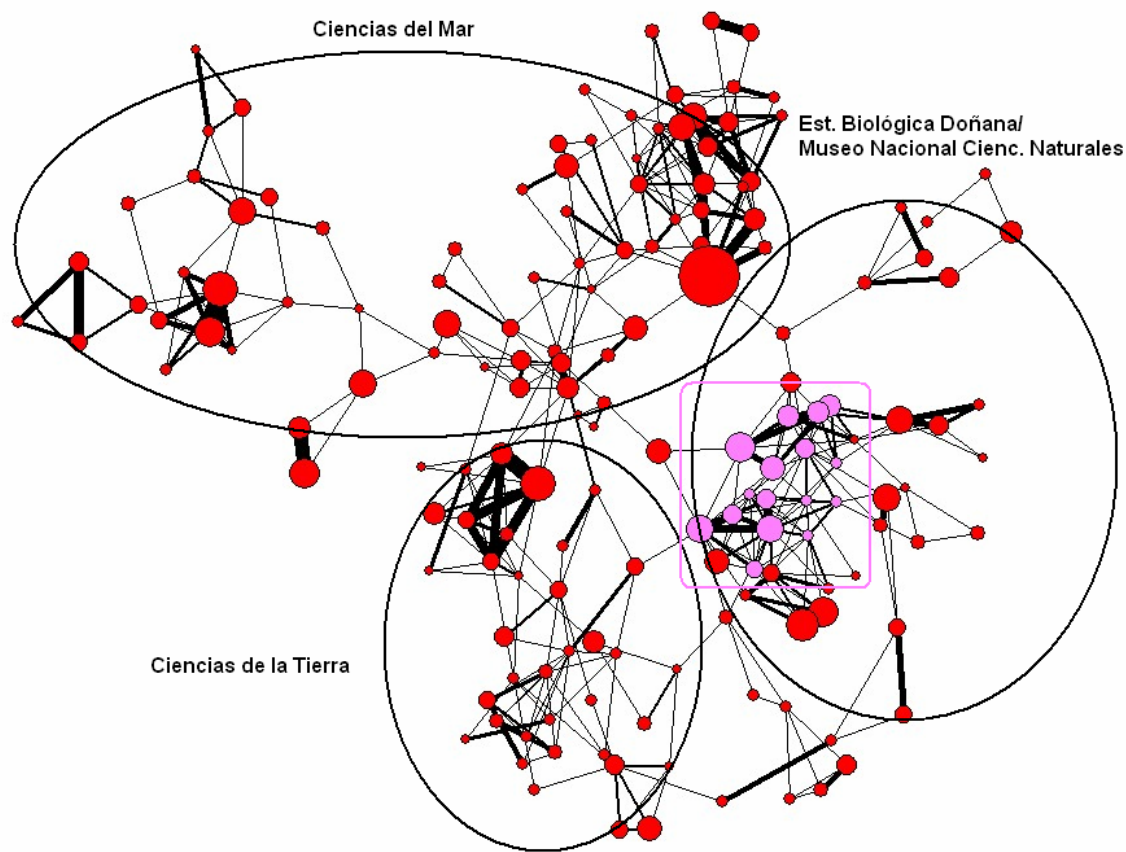
Como se puede observar los investigadores se agrupan claramente por áreas, y aunque hay algunas interacciones entre los investigadores de las diferentes áreas éstas no son muy numerosas. Destaca también el hecho de que los investigadores de Ciencia de Materiales presentan una red más densa que en las otras dos áreas en términos de enlaces entre sus nodos, siendo la de Recursos Naturales la menos densa de las tres (los nodos están menos entrelazados y más dispersos), probablemente debido a la mayor diversidad de temas en los que están especializados los investigadores.

A continuación se describen los mapas para las tres áreas científicas.

#### - *Recursos Naturales*

En primer lugar se presenta el mapa de colaboración entre los investigadores de Recursos Naturales (Figura 4.106). Hay que señalar que los investigadores que presentan el máximo de *k*-cores, en este caso de 6, se han marcado de violeta. Esto significa que son investigadores que han colaborado al menos con otros seis investigadores.

Figura 4.106. Mapa de colaboración entre los investigadores de Recursos Naturales

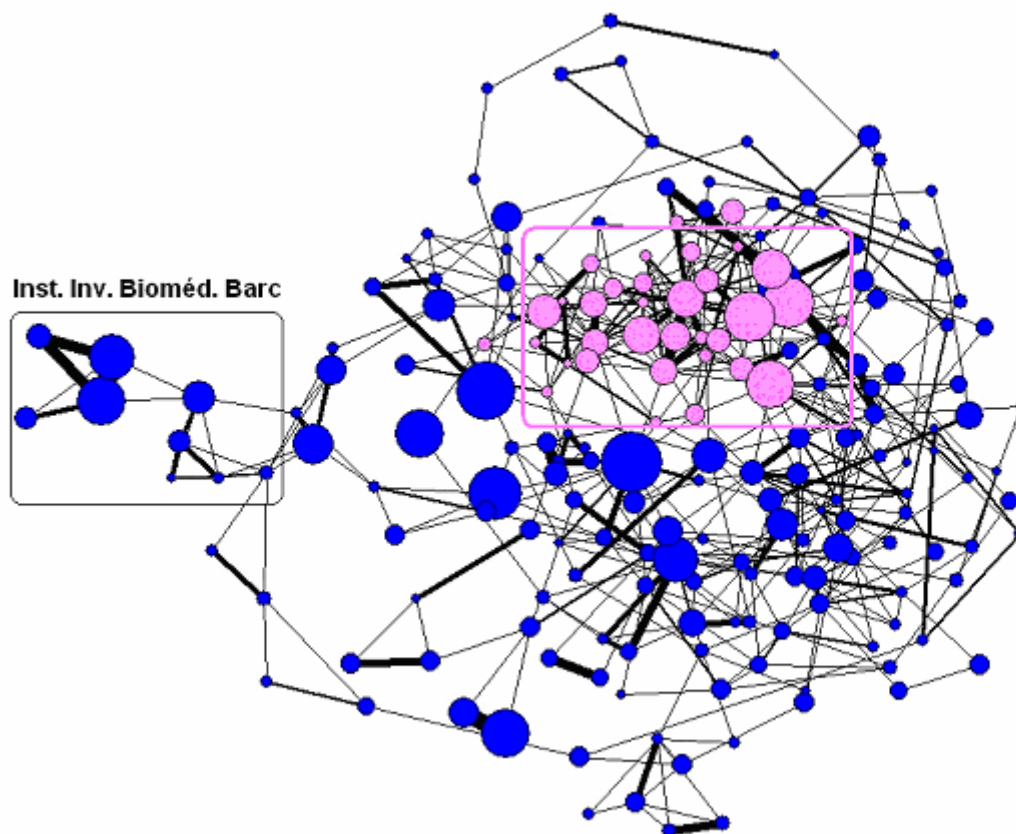


Como se puede observar existe cierta agrupación temática de los investigadores. En la parte superior se encuentran los investigadores con una mayor orientación marina, en la parte inferior se localizan los investigadores de Ciencias de la Tierra y a la derecha se encuentran los investigadores de los *k*-cores que son principalmente investigadores de la Estación Biológica de Doñana y del Museo Nacional de Ciencias Naturales.

#### - *Biología y Biomedicina*

En este apartado se presenta el mapa del área de Biología y Biomedicina (Figura 4.107), aplicándose los mismos criterios que en el área de Recursos Naturales, agrupándose algunos de los clústeres más destacados así como los investigadores de máximos *k*-cores.

Figura 4.107. Mapa de colaboración entre los investigadores de Biología y Biomedicina

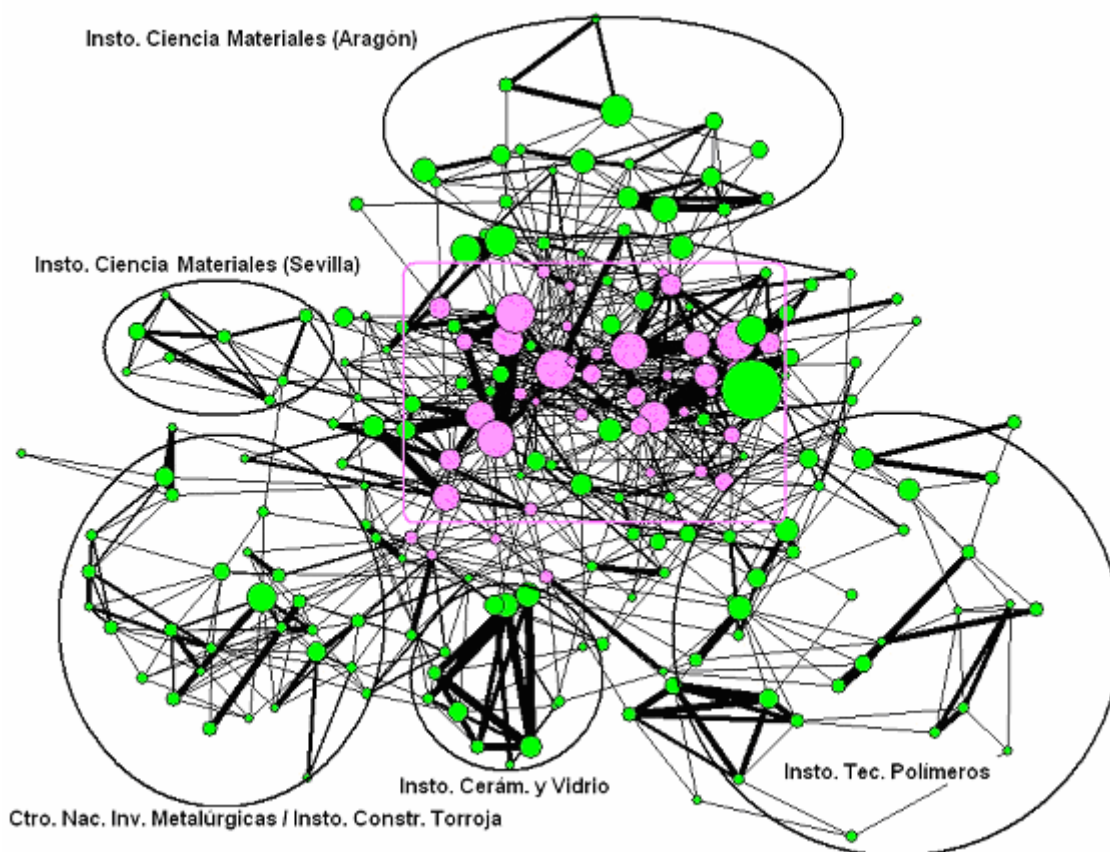


En este caso únicamente se distingue un grupo de investigadores del Instituto de Investigaciones de Biomedicina de Barcelona mostrando el resto de investigadores enlaces más dispersos. Los *k-cores* son fundamentalmente investigadores de Centro Nacional de Biotecnología siendo de 4. Hay que señalar que esta red es más tupida que la de Recursos Naturales (con muchos más enlaces entre los investigadores).

- *Ciencia de Materiales*

Finalmente, se presenta el mapa de colaboración entre los investigadores de Ciencia de Materiales (Figura 4.108).

Figura 4.108. Mapa de colaboración entre investigadores de Ciencia de Materiales



En este mapa los clústeres se relacionan más con los centros de los investigadores, destacan los clústeres de los Institutos de Ciencia de Materiales de Aragón y Sevilla, un clúster con investigadores del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas y el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, así como los grupos de investigación del Instituto de Cerámica y Vidrio y el Instituto de Tecnología de Polímeros. Los investigadores con más *k-cores* (en este caso de 7) son principalmente investigadores de los Institutos de Ciencia de Materiales de Barcelona, Madrid y Sevilla, los cuales presentan una gran interrelación entre ellos.

#### 4.2.6. Análisis *Bottom-up* de centros (producción directa e indirecta) y su colaboración

Los análisis a nivel micro permiten analizar la producción de los centros desde una perspectiva *Bottom-up* a partir de la agrupación de los documentos de los investigadores analizados (van Leeuwen, 2007). En este capítulo se introduce este enfoque para analizar la producción de los centros de investigación de las tres áreas analizadas. Los análisis bibliométricos habituales identifican la producción de los centros a través del campo *address* de los documentos. En cambio, desde una perspectiva *Bottom-up* se plantea la posibilidad de considerar la producción de un centro no solamente como aquella en la que aparece dicho centro, sino incluyendo todos aquellos documentos en los que han participado los investigadores de ese centro, estuvieran o no en el centro en el momento de publicar el documento. En esta línea, se asume que cuando



un individuo se incorpora a un centro, lo hace con su bagaje de publicaciones y contribuciones científicas previas, contribuyendo de forma indirecta a incrementar la visibilidad de su nuevo centro. Dicho en otras palabras, un centro es visible por su producción real (la que firman sus investigadores con ese centro), pero también es “indirectamente” visible a través de las publicaciones anteriores a la entrada de los investigadores en ese centro.

Este análisis se basa, por tanto, en la idea de que si por un lado es posible determinar la producción “directa” de un centro, también es posible determinar su producción “indirecta”, la cual ofrece una idea de la visibilidad y posibilidades de desarrollo futuro (su potencialidad). Esta aproximación, por tanto, permite tener una visión de los centros de investigación que no es habitual encontrar en la literatura científica y que otorga un valor añadido a los estudios a nivel individual.

Por otra parte, también se analizan las relaciones de colaboración entre los centros a través de sus redes de colaboración y de los documentos publicados entre los investigadores que actualmente trabajan en los mismos.

#### **4.2.6.1. Centros de Biología y Biomedicina**

En este apartado se analizan los centros con investigadores de Biología y Biomedicina además de las relaciones entre los mismos.

##### **4.2.6.1.1. Aproximación *Bottom-up*: análisis de la producción directa e indirecta de los centros**

La producción de los centros se muestra en la tabla 4.50. Para cada centro se recoge su año de creación (si es anterior o posterior al periodo de estudio) y el número de investigadores que en 2004 estaban trabajando en el mismo. Por otra parte, se incluye:

- a) Evolución temporal de sus documentos “Totales”, es decir, los documentos publicados por sus investigadores independientemente de si el centro aparece o no en el campo de afiliación institucional del documento.
- b) Evolución temporal de su producción “Directa” (fila “Producción directa”), es decir, los documentos que presentan la dirección del centro.
- c) Evolución de la “Producción indirecta”, que hace referencia a los documentos que los investigadores han publicado fuera de sus actuales centros de trabajo. Esta producción indirecta da una idea de la visibilidad ganada por los centros a través de documentos que no aparecen en su producción real observada (directa).
- d) Ratio de documentos por investigador, obtenido a partir de dividir el número de documentos Totales de ese centro por los investigadores objeto de análisis adscritos a ese mismo centro.

Tanto en esta área como en las otras dos debe tenerse en cuenta que la Producción directa de los centros hace sólo referencia a los documentos publicados por los investigadores en plantilla, es decir, que no se consignan los documentos realizados por otro tipo de personal (becarios, técnicos, contratados, etc.). Para las tablas se han seleccionado únicamente los centros con 11 o más documentos en el periodo (1994-2004). La Tabla 4.48 presenta los centros en orden decreciente por el "Total" de documentos del área de Biología y Biomedicina.

**Tabla 4.50. Producción por centros: Biología y Biomedicina**

Indicador	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	N. doc	Incr
<b>Ctro. Inv. Biológicas</b> (Año de creación: <1994; N. investigadores: 67)													
Total	101	140	137	132	135	122	141	137	131	132	135	1443	34
Producción directa	82	111	114	110	119	109	115	114	111	127	108	1220	32
Producción indirecta	19	29	23	22	16	13	26	23	20	5	27	223	42
Tot. Docs/Invest.	1,51	2,09	2,04	1,97	2,01	1,82	2,1	2,04	1,96	1,97	2,01	21,54	33
<b>Ctro. Nacional de Biotecnología</b> (Año de creación: <1994; N. investigadores: 43)													
Total	92	89	109	127	147	133	131	150	139	158	122	1397	33
Producción directa	34	39	70	91	94	99	99	126	116	128	107	1003	215
Producción indirecta	58	50	39	36	53	34	32	24	23	30	15	394	-74
Tot. Docs/Invest.	2,14	2,07	2,53	2,95	3,42	3,09	3,05	3,49	3,23	3,67	2,84	32,49	33
<b>Insto. Biología Mol Eladio Viñuela/Centro Biol. Mol. Severo Ochoa</b> (Año de creación: <1994; N. investigadores: 50)													
Total	113	89	118	137	148	153	135	134	136	114	108	1385	-4
Producción directa	91	78	110	115	124	142	121	113	127	104	97	1222	14
Producción indirecta	22	11	8	22	24	11	14	21	9	10	11	163	-50
Tot. Docs/Invest.	2,26	1,78	2,36	2,74	2,96	3,06	2,7	2,68	2,72	2,28	2,16	27,7	-4
<b>Insto. Inv. Biomédicas Alberto Sols</b> (Año de creación: <1994; N. investigadores: 35)													
Total	77	81	61	85	78	100	76	74	70	80	76	858	-1
Producción directa	58	57	47	69	65	72	63	62	55	70	68	686	17
Producción indirecta	19	24	14	16	13	28	13	12	15	10	8	172	-58
Tot. Docs/Invest.	2,2	2,31	1,74	2,43	2,23	2,86	2,17	2,11	2	2,29	2,17	24,51	-1
<b>Insto. Inv. Biomédicas de Barcelona</b> (Año de creación: 1995; N. investigadores: 22)													
Total	61	75	67	82	61	53	54	60	61	54	65	693	7
Producción directa	0	0	23	47	39	40	40	46	52	43	50	380	
Producción indirecta	61	75	44	35	22	13	14	14	9	11	15	313	-75
Tot. Docs/Invest.	2,77	3,41	3,05	3,73	2,77	2,41	2,45	2,73	2,77	2,45	2,95	31,5	7
<b>Insto. Neurobiología Ramón y Cajal</b> (Año de creación: <1994; N. investigadores: 27)													
Total	55	48	67	42	66	71	61	58	85	77	50	680	-9
Producción directa	52	43	62	39	57	62	56	56	82	73	45	627	-14
Producción indirecta	3	5	5	3	9	9	5	2	3	4	5	53	67

Indicador	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	N. doc	Incr
Tot. Docs/Invest.	2,04	1,78	2,48	1,56	2,44	2,63	2,26	2,15	3,15	2,85	1,85	25,19	-9
<b>Insto. Biomedicina de Valencia</b> (Año de creación: 1998; N. investigadores: 11)													
Total	25	43	29	46	50	59	37	30	41	36	36	432	44
Producción directa	0	0	0	0	5	24	29	27	33	35	25	178	
Producción indirecta	25	43	29	46	45	35	8	3	8	1	11	254	-56
Tot. Docs/Invest.	2,27	3,91	2,64	4,18	4,55	5,36	3,36	2,73	3,73	3,27	3,27	39,27	44
<b>Insto. Biología Molecular de Barcelona</b> (Año de creación: <1994; N. investigadores: 20)													
Total	33	36	34	43	55	33	29	50	43	32	25	413	-24
Producción directa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Producción indirecta	33	36	34	43	55	33	29	50	43	32	25	413	-24
Tot. Docs/Invest.	1,65	1,8	1,7	2,15	2,75	1,65	1,45	2,5	2,15	1,6	1,25	20,65	-24
<b>Insto. Parasitol. y Biomed. López Neyra</b> (Año de creación: <1994; N. investigadores: 14)													
Total	18	14	29	29	28	45	34	44	43	52	36	372	100
Producción directa	14	8	15	22	18	20	18	26	29	38	29	237	107
Producción indirecta	4	6	14	7	10	25	16	18	14	14	7	135	75
Tot. Docs/Invest.	1,29	1	2,07	2,07	2	3,21	2,43	3,14	3,07	3,71	2,57	26,57	99
<b>Insto. Biol.Mol.Cel. Cáncer de Salamanca</b> (Año de creación: <1994; N. investigadores: 7)													
Total	17	13	15	29	21	22	28	23	37	48	36	289	112
Producción directa	0	0	0	0	0	3	12	10	19	23	16	83	
Producción indirecta	17	13	15	29	21	19	16	13	18	25	20	206	18
Tot. Docs/Invest.	2,43	1,86	2,14	4,14	3	3,14	4	3,29	5,29	6,86	5,14	41,29	112

El Centro de Investigaciones Biológicas y el Instituto de Biología Molecular Eladio Viñuela (aunque sus investigadores firman como Centro de Biología Molecular Severo Ochoa) son los centros con más investigadores dentro del área de Biología y Biomedicina. El Centro de Investigaciones Biológicas presenta un ratio de cerca de 2 documentos por investigador y por año, con una producción de prácticamente 22 documentos por investigador en el periodo completo, observándose un incremento en su producción indirecta del 42% a lo largo del tiempo. Un total de 223 documentos fueron realizados por sus investigadores fuera del centro, lo cual representa un 15% de visibilidad indirecta para este centro. Por su parte, el Centro de Biología Molecular Severo Ochoa presenta un ratio de 28 documentos por investigador en el conjunto del periodo aunque se observa un ligero descenso en dicho ratio a lo largo del tiempo. Para este centro se detecta una producción indirecta de prácticamente el 12%, con un ligero descenso en el tiempo.

Otros centros destacados dentro de esta área son el Centro Nacional de Biotecnología y el Instituto de Investigaciones Biomédicas Alberto Sols, los cuales presentan una disminución en su producción indirecta a lo largo del periodo, situándose en el 28% y el 20% respectivamente. Es destacable que el



Centro Nacional de Biotecnología presenta un ratio de documentos de entre 2 y 3 documentos por investigador y por año, y la del Instituto de Investigaciones Biomédicas Alberto Sols está en torno a los dos documentos por investigador y por año.

En el área de Biología y Biomedicina también se puede mencionar el Instituto de Investigaciones Biomédicas de Barcelona y el Instituto de Neurobiología Ramón y Cajal, el primero con una producción indirecta de más del 45% mientras que para el segundo dicha potencialidad es del 8%. El Instituto de Investigaciones Biomédicas de Barcelona, creado en 1995, presenta un ratio de documentos por investigador y año de entre 2 y 3 documentos, por su parte el Instituto de Neurobiología tiene un ratio ligeramente inferior en torno a 1 y 2 documentos por investigador y por año. Hay que señalar que el Instituto de Biología Molecular de Barcelona se encuentra integrado en el Centro de Investigación y Desarrollo de Barcelona y dado que su producción se encuentra desagregada entre estas dos denominaciones no se ha podido consignar su producción directa.

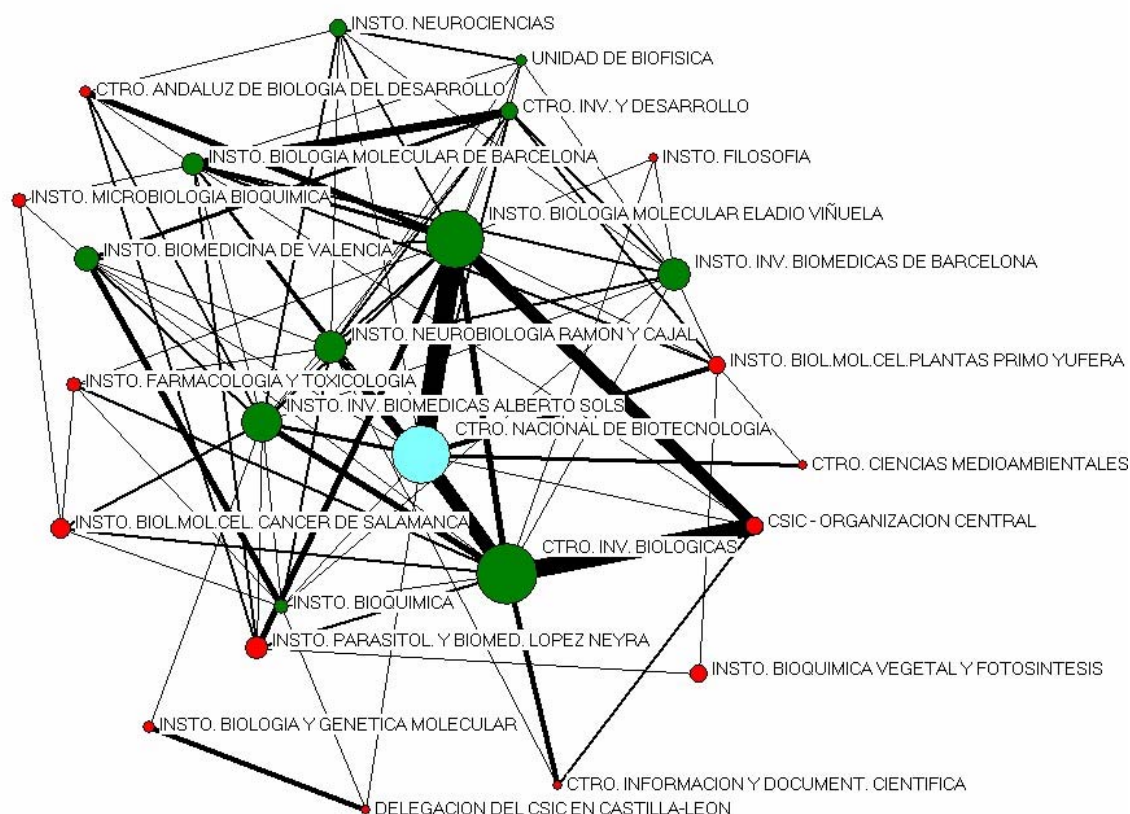
De modo general, hay que destacar que en prácticamente todos los centros (con la única excepción del Centro de Investigaciones Biológicas) se observa un descenso de la producción indirecta a lo largo del tiempo.

#### **4.2.6.1.2. Colaboración entre los centros: Biología y Biomedicina**

En este apartado se presenta la colaboración entre los centros a través de los documentos en común que han hecho sus investigadores. En este sentido, y siguiendo con la aproximación *Bottom-up*, la producción de los centros hace referencia a la producción Total descrita en el apartado anterior. En este sentido, para los enlaces de la colaboración se puede hablar de vínculos latentes (dado que no todos ellos son reales en el sentido de que no necesariamente se observan a través de la producción directa de los centros).

En la Figura 4.109 se representa el mapa de colaboración entre centros de investigación obtenido a través del programa *NetDraw*.

Figura 4.109. Mapa de colaboración entre centros de Biología y Biomedicina



En la Figura 4.109, cada nodo del mapa se corresponde con un centro de investigación, su tamaño es proporcional a la producción de sus investigadores. El grosor de los enlaces entre los centros es proporcional al número de documentos en colaboración entre ellos.

Los nodos en color verde hacen referencia a los *k-cores* (en este caso son de 6), entre ellos se encuentra el Centro de Investigaciones Biológicas, el Instituto de Biología Molecular Eladio Viñuela, los Instituto de Investigaciones Biomédicas Alberto Sols y el Instituto de Neurobiología Ramón y Cajal. Finalmente, en azul se ha marcado el centro con mayor *betweenness*, en este caso es Centro Nacional de Biotecnología.

Se observa un clúster importante entre el Centro Nacional de Biotecnología, el Instituto de Biología Molecular Eladio Viñuela y el Centro de Investigaciones Biológicas. La fuerte relación con la organización central se debe a la presencia de investigadores de estos centros que han asumido tareas de gestión y administrativas en el CSIC y por ello se le atribuyen dichos documentos, aunque realmente serían documentos en colaboración entre el Instituto de Biología Molecular Eladio Viñuela y el Centro de Investigaciones Biológicas.

Finalmente, debe tenerse en cuenta que centros como CSIC-Organización Central o Delegación del CSIC en Castilla-León no son centros de investigación propiamente, sino que se corresponden con centros de gestión administrativa en los que en 2004 y de modo temporal están trabajando investigadores que pertenecen a esta área y que han publicado documentos (o incluso siguen

publicando aunque también tenga responsabilidades administrativas), por esta razón aparecen en el mapa.

#### 4.2.6.2. Centros de Ciencia de Materiales

En este apartado se presenta el análisis *Bottom-up* para los centros de Ciencia de Materiales. Los criterios tanto para la obtención de la tabla como para la relación entre los centros son los ya establecidos para el área de Biología y Biomedicina.

##### 4.2.6.2.1. Aproximación *Bottom-up*: análisis de la producción directa e indirecta de los centros

En la siguiente Tabla 4.51 se presentan los resultados relativos a la producción de los centros y su potencialidad.

Tabla 4.51. Producción por centros: Ciencia de Materiales

Indicador	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	N.Docs.	Incr
<b>Insto. Ciencia de Materiales de Madrid</b> (Año de creación: <1994; N. investigadores: 76)													
Total	212	215	229	258	268	277	271	261	295	227	228	2741	8
Producción directa	157	164	176	216	233	240	232	226	279	211	206	2340	31
Producción indirecta	55	51	53	42	35	37	39	35	16	16	22	401	-60
Tot. Docs/Invest.	2,79	2,83	3,01	3,39	3,53	3,64	3,57	3,43	3,88	2,99	3	36,07	8
<b>Insto. Ciencia de Materiales Barcelona</b> (Año de creación: <1994 ; N. investigadores: 35)													
Total	115	126	110	143	145	178	160	178	178	159	170	1662	48
Producción directa	74	83	85	126	117	156	142	165	172	151	159	1430	115
Producción indirecta	41	43	25	17	28	22	18	13	6	8	11	232	-73
Tot. Docs/Invest.	3,29	3,6	3,14	4,09	4,14	5,09	4,57	5,09	5,09	4,54	4,86	47,49	48
<b>Insto. Ciencia de Materiales de Aragón</b> (Año de creación: <1994; N. investigadores: 36)													
Total	131	160	153	163	123	154	107	125	118	113	99	1446	-24
Producción directa	127	157	149	155	117	145	101	119	112	108	93	1383	-27
Producción indirecta	4	3	4	8	6	9	6	6	6	5	6	63	50
Tot. Docs/Invest.	3,64	4,44	4,25	4,53	3,42	4,28	2,97	3,47	3,28	3,14	2,75	40,17	-25
<b>Ctro. Nacional de Inv. Metalúrgicas</b> (Año de creación: <1994; N. investigadores: 47)													
Total	63	78	113	100	113	95	98	133	110	122	94	1119	49
Producción directa	48	68	90	87	97	85	87	119	106	116	88	991	83
Producción indirecta	15	10	23	13	16	10	11	14	4	6	6	128	-60
Tot. Docs/Invest.	1,34	1,66	2,4	2,13	2,4	2,02	2,09	2,83	2,34	2,6	2	23,81	49
<b>Insto. Ciencia y Tecnología de Polímeros</b> (Año de creación: <1994; N. investigadores: 42)													
Total	88	79	98	118	95	98	106	124	113	92	82	1093	-7

Indicador	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	N.Docs.	Incr
Producción directa	79	67	85	108	88	84	95	112	109	89	80	996	1
Producción indirecta	9	12	13	10	7	14	11	12	4	3	2	97	-78
Tot. Docs/Invest.	2,1	1,88	2,33	2,81	2,26	2,33	2,52	2,95	2,69	2,19	1,95	26,02	-7
<b>Insto. Ciencia de Materiales de Sevilla</b> (Año de creación: <1994; N. investigadores: 19)													
Total	59	48	54	52	67	61	61	56	78	68	58	662	-2
Producción directa	41	31	40	39	49	49	49	41	53	59	50	501	22
Producción indirecta	18	17	14	13	18	12	12	15	25	9	8	161	-56
Tot. Docs/Invest.	3,11	2,53	2,84	2,74	3,53	3,21	3,21	2,95	4,11	3,58	3,05	34,84	-2
<b>Insto. Cerámica y Vidrio</b> (Año de creación: <1994; N. investigadores: 30)													
Total	18	25	23	47	35	65	56	60	108	60	78	575	333
Producción directa	17	24	21	45	35	59	55	58	103	58	76	551	347
Producción indirecta	1	1	2	2	0	6	1	2	5	2	2	24	100
Tot. Docs/Invest.	0,6	0,83	0,77	1,57	1,17	2,17	1,87	2	3,6	2	2,6	19,17	333
<b>Insto. Ciencias de la Construcción E. Torroja</b> (Año de creación: <1994; N. investigadores: 26)													
Total	14	20	32	18	23	37	30	39	36	32	28	309	100
Producción directa	11	18	25	17	21	35	28	36	32	27	22	272	100
Producción indirecta	3	2	7	1	2	2	2	3	4	5	6	37	100
Tot. Docs/Invest.	0,54	0,77	1,23	0,69	0,88	1,42	1,15	1,5	1,38	1,23	1,08	11,88	100
<b>Insto. Estructura de la Materia</b> (Año de creación: <1994; N. investigadores: 1)													
Total	4	1	3	5	1	1	3	4	4	10	2	38	-50
Producción directa	4	1	3	5	1	1	3	4	4	9	2	37	-50
Producción indirecta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
Tot. Docs/Invest.	4	1	3	5	1	1	3	4	4	10	2	38	-50,

Destacan en primer lugar los Institutos de Ciencia de Materiales de Madrid y Barcelona, el primero tiene 76 investigadores y el segundo 35, siendo la producción anual por investigador de ambos centros creciente, situándose en torno a los 3 documentos por investigador y por año para el centro de Madrid y en torno a 4 para el centro de Barcelona, siendo este último el de mayor producción por investigador de los centros de Ciencia de Materiales. Ambos centros presentan una producción indirecta del 15% y el 14% respectivamente, aunque con un descenso a lo largo del tiempo para ambos.

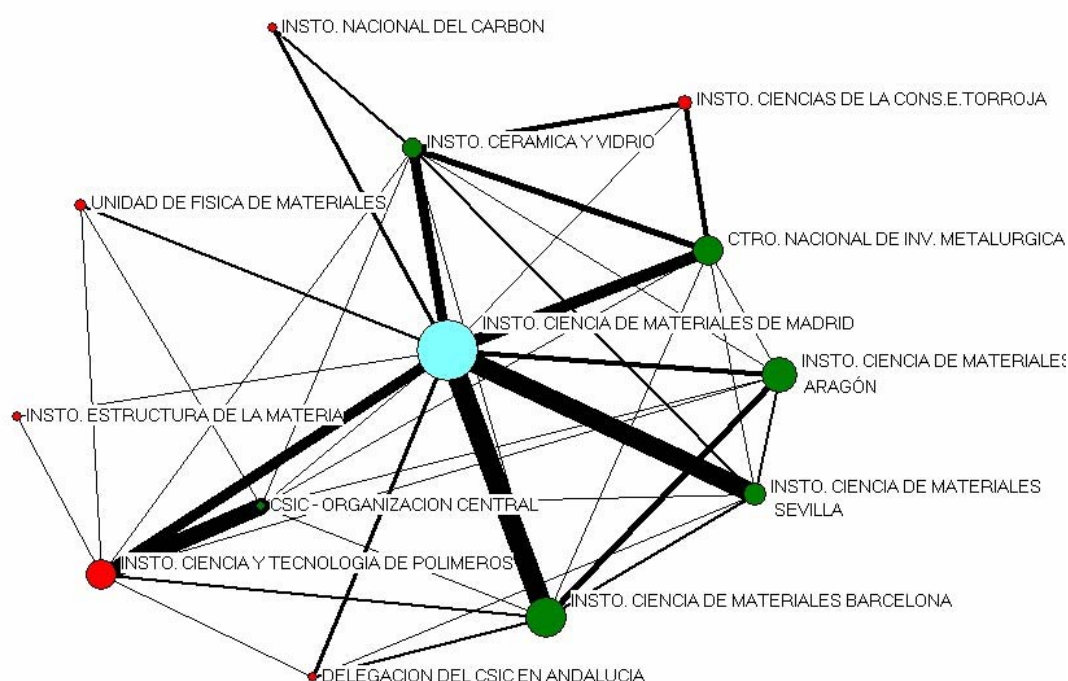
A continuación se pueden mencionar el Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón, el Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas y el Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros, centros los tres con más de 1000 documentos en el periodo estudiado. El Centro de Investigaciones Metalúrgicas presenta una producción indirecta del 11%, el Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón del 4% y el Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros del 9%. En cuanto a la productividad anual y por investigador, el Instituto de Aragón

presenta un ratio de documentos por investigador y por año de entre 3 y 4 documentos, mientras que el Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas y el Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros presentan un ratio de alrededor de 2 documentos por investigador y por año.

#### 4.2.6.2.2. Colaboración entre los centros: Ciencia de Materiales

A continuación se describe la red de colaboración en función de los centros de los investigadores de Ciencia de Materiales. Los mismos criterios que para el mapa de Biología y Biomedicina han sido aplicados en este caso (Figura 4.110).

Figura 4.110. Mapa de colaboración entre centros de Ciencia de Materiales



De acuerdo con la Figura 4.110, los centros en color verde son los *k-cores*, en este caso el máximo *k-core* es de 6. Destaca la gran cohesión de los centros, identificándose el Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid como el centro con mayor *betweenness*, que ocupa una posición central en la red.

Lo dicho anteriormente para los centros de gestión se aplica aquí también para la Delegación del CSIC en Andalucía y para el CSIC-Organización central.

#### 4.2.6.3. Centros de Recursos Naturales

En este apartado se describen los principales centros del área de Recursos Naturales desde una perspectiva *Bottom up* siguiendo los mismos planteamientos que para las otras dos áreas.

#### 4.2.6.3.1. Aproximación *Bottom-up*: análisis de la producción directa e indirecta de los centros

En la Tabla 4.52 se describen los principales datos para los centros de los investigadores del área de Recursos Naturales (Tabla 4.52).

Tabla 4.52. Producción por centros: Recursos Naturales

Indicador	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	N.Docs.	Incr
<b>Museo Nacional de Ciencias Naturales</b> (Año de creación: <1994; N. investigadores: 52)													
Total	54	81	80	73	85	93	88	107	78	91	100	930	85
Producción directa	42	59	55	59	72	81	83	104	77	85	92	809	119
Producción indirecta	12	22	25	14	13	12	5	3	1	6	8	121	-33
Tot. Docs/Invest.	1,04	1,56	1,54	1,4	1,63	1,79	1,69	2,06	1,5	1,75	1,92	17,88	85
<b>Insto. Ciencias del Mar</b> (Año de creación: <1994; N. investigadores: 35)													
Total	61	50	57	66	71	68	59	79	81	62	67	721	10
Producción directa	42	39	40	46	55	55	46	57	75	55	57	567	36
Producción indirecta	19	11	17	20	16	13	13	22	6	7	10	154	-47
Tot. Docs/Invest.	1,74	1,43	1,63	1,89	2,03	1,94	1,69	2,26	2,31	1,77	1,91	20,6	10
<b>Estación Biológica de Doñana</b> (Año de creación: <1994; N. investigadores: 26)													
Total	57	51	54	59	53	45	54	62	63	54	61	613	7
Producción directa	41	37	36	48	47	34	48	54	55	47	53	500	29
Producción indirecta	16	14	18	11	6	11	6	8	8	7	8	113	-50
Tot. Docs/Invest.	2,19	1,96	2,08	2,27	2,04	1,73	2,08	2,38	2,42	2,08	2,35	23,58	7
<b>Insto. Ciencias Tierra Jaume Almera</b> (Año de creación: <1994; N. investigadores: 29)													
Total	38	27	41	47	48	49	65	47	60	49	53	524	40
Producción directa	26	19	32	45	46	47	60	45	57	43	46	466	77
Producción indirecta	12	8	9	2	2	2	5	2	3	6	7	58	-42
Tot. Docs/Invest.	1,31	0,93	1,41	1,62	1,66	1,69	2,24	1,62	2,07	1,69	1,83	18,07	40
<b>Insto. Mediterráneo Estudios Avanzados</b> (Año de creación: <1994; N. investigadores: 14)													
Total	30	46	45	45	48	51	41	47	57	56	39	505	30
Producción directa	7	14	10	17	21	30	27	39	39	44	35	283	400
Producción indirecta	23	32	35	28	27	21	14	8	18	12	4	222	-83
Tot. Docs/Invest.	2,14	3,29	3,21	3,21	3,43	3,64	2,93	3,36	4,07	4	2,79	36,07	30
<b>Insto. Investigaciones Marinas</b> (Año de creación: <1994; N. investigadores: 19)													
Total	32	25	32	27	38	41	41	48	58	51	34	427	6
Producción directa	27	23	30	23	34	39	38	39	50	44	30	377	11
Producción indirecta	5	2	2	4	4	2	3	9	8	7	4	50	-20
Tot. Docs/Invest.	1,68	1,32	1,68	1,42	2	2,16	2,16	2,53	3,05	2,68	1,79	22,47	7

Indicador	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	N.Docs.	Incr
<b>Ctro. Estudios Avanzados de Blanes</b> (Año de creación: <1994; N. investigadores: 15)													
Total	24	36	31	32	32	40	31	29	42	55	38	390	58
Producción directa	12	15	19	16	16	19	18	15	21	35	16	202	33
Producción indirecta	12	21	12	16	16	21	13	14	21	20	22	188	83
Tot. Docs/Invest.	1,6	2,4	2,07	2,13	2,13	2,67	2,07	1,93	2,8	3,67	2,53	26	58
<b>Insto. Andaluz de Ciencias de La Tierra</b> (Año de creación: <1994; N. investigadores: 14)													
Total	13	18	22	19	12	31	19	28	30	38	22	252	69
Producción directa	7	13	15	16	11	26	15	20	21	29	18	191	157
Producción indirecta	6	5	7	3	1	5	4	8	9	9	4	61	-33
Tot. Docs/Invest.	0,93	1,29	1,57	1,36	0,86	2,21	1,36	2	2,14	2,71	1,57	18	69
<b>Insto. Ciencias Marinas de Andalucía</b> (Año de creación: <1994; N. investigadores: 11)													
Total	12	14	16	23	21	26	41	26	28	19	17	243	42
Producción directa	10	12	11	18	14	25	25	20	21	15	12	183	20
Producción indirecta	2	2	5	5	7	1	16	6	7	4	5	60	150
Tot. Docs/Invest.	1,09	1,27	1,45	2,09	1,91	2,36	3,73	2,36	2,55	1,73	1,55	22,09	42
<b>Ctro. Ciencias Medioambientales</b> (Año de creación: <1994; N. investigadores: 19)													
Total	23	18	18	27	20	20	19	26	21	29	21	242	-9
Producción directa	21	17	18	23	16	20	19	25	19	27	20	225	-5
Producción indirecta	2	1	0	4	4	0	0	1	2	2	1	17	-50
Tot. Docs/Invest.	1,21	0,95	0,95	1,42	1,05	1,05	1	1,37	1,11	1,53	1,11	12,74	-8

Entre los centros de Recursos Naturales (Tabla 4.52), destaca en primer lugar el Museo Nacional de Ciencias Naturales como el centro con más investigadores (52) y documentos (930). Este centro presenta una producción indirecta del 13% y un ratio de documentos por investigador y por año de 1,6 documentos. A continuación se pueden mencionar el Instituto de Ciencias del Mar con una producción indirecta del 21%, la Estación Biológica de Doñana (18% de producción indirecta) y el Instituto de Ciencias de la Tierra Jaume Almera (11%). De estos tres centros el que presenta el mejor ratio de documentos por investigador y por año es la Estación Biológica de Doñana (2,1 documentos) seguido del Instituto de Ciencias del Mar (1,9 documentos) y del Instituto de Ciencias de la Tierra (1,6 documentos).

Mención aparte merecen los tres siguientes centros, muy relacionados con la investigación marina y oceanográfica. Por una parte, el Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados (IMEDEA), con una producción indirecta del 44%; a continuación el Instituto de Investigaciones Marinas (12%) y el Centro de Estudios Avanzados de Blanes (48%). Para el caso del IMEDEA debe tenerse en cuenta que este centro acoge investigadores de Recursos Naturales y del área de Física y por tanto la producción real de este centro es más alta que la presentada en la tabla. De este centro destaca su alto ratio de documentos por







## **Capítulo 5. DISCUSIÓN**

## 5. DISCUSIÓN

### 5.1. Los análisis bibliométricos a nivel micro

El uso de indicadores bibliométricos a niveles macro o meso ha experimentado un gran auge en los últimos años y cuenta con una amplia aceptación en la comunidad internacional. Sin embargo, su utilización a nivel micro para estudiar la actividad de grupos o individuos ha estado siempre rodeada de controversia y debate, y su aplicación no está exenta de críticas y limitaciones (Bordons et al, 2003; Costas y Bordons, 2005).

A pesar de todo, los indicadores bibliométricos a nivel individual despiertan un notable interés, en especial por su utilidad, por un lado como herramienta para apoyar las evaluaciones de los investigadores, detectando a los científicos más destacados; y por otro lado como una herramienta descriptiva para el estudio del comportamiento de los investigadores, su desempeño científico y su posible mejora de cara al futuro. En esta última línea se ha señalado el interés de las herramientas bibliométricas como método para identificar diferentes estrategias de trabajo y publicación entre los investigadores (Nederhof, 2008), así como método de evidenciar colegios invisibles, grupos de investigación (Bordons et al, 1995a; 1995b) o redes sociales (Perianes-Rodríguez, 2007).

En el caso de España, la evaluación individual juega un papel central en el sistema de evaluación científica. La existencia de los denominados sexenios y las evaluaciones realizadas por la CNEAI, y la ANECA han puesto de manifiesto la importancia de las publicaciones de difusión internacional como indicadores de actividad científica y han contribuido a fomentar entre los investigadores el hábito de publicación en revistas de difusión internacional y al incremento de la producción científica española en su conjunto (Jiménez-Contreras et al, 2002, 2003).

Ante este papel central de la evaluación individual en el contexto de la evaluación científica española (Cruz-Castro y Sanz-Menéndez, 2007), algunos autores han planteado el interés de dotar al proceso de evaluación de elementos “contextualizados” y reforzar las conductas colectivas (Sanz Menéndez, 2004), aspecto que esta metodología contribuye a informar dada sus posibilidades de análisis *Bottom-up*. Sin embargo hay que tener en cuenta que el análisis de grupos tampoco está exento de problemas, como es la dificultad de su delimitación (Calero et al, 2006) o la gran dependencia que la producción tiene de su tamaño (Quarshi, 1991) observándose en este sentido una producción individual menor en los grupos muy numerosos (Turner y Mairesse, 2002; Rey-Rocha et al. 2002). Por todo esto, los investigadores de forma individual siguen y seguirán jugando un rol importante en la gestión científica, dado que la información científica a nivel individual es de gran importancia. Además, los grupos de investigación, los departamentos e incluso los centros y organismos de investigación pueden cambiar o desaparecer con el tiempo, por lo que es esperable que siga siendo necesario disponer de herramientas que permitan conocer el rendimiento científico de los investigadores desde una perspectiva individual.

En cuanto al CSIC como organización, hay que destacar su importante papel en el conjunto del Sistema Científico Español, siendo un actor destacado en la política científica española (Sanz Menéndez y Castells, 1991; Sanz Menéndez y Pfretzschner, 1992). Dado su nuevo estatus de Agencia pública (Nature, 2008) el CSIC está actualmente inmerso en un proceso de renovación, persiguiendo convertirse en uno de las principales instituciones investigadoras a nivel europeo y en un referente de la actividad investigadora española para muchos países (CSIC, 2006). En este contexto, destaca el importante papel que debe jugar la evaluación científica en sus distintos niveles dentro de la institución: para realizar un seguimiento de la actividad de sus investigadores en las distintas disciplinas, pero también para facilitar el reclutamiento de nuevo personal y su promoción. La evaluación científica, a la que pueden contribuir de forma importante los indicadores bibliométricos, juega un papel muy relevante dentro de la organización y se considera un elemento primordial en su política científica (García Torres, 2003; Cruz-Castro y Sanz Menéndez, 2008).

Los indicadores bibliométricos presentan utilidad no solo para la toma de decisiones en procesos de evaluación (selección de personal, promoción del mismo, financiación de proyectos y grupos de investigación, etc.), sino también con otras finalidades, como es la de identificar expertos en las diferentes materias científicas. Esto último tiene interés para responder en casos de crisis a nivel nacional o internacional, p. ej. el hundimiento del *Prestige*, contaminación de Doñana, etc.; identificando expertos y consultores en temas científicos concretos para los diferentes gobiernos central y autonómicos; e incluso para la consulta científica de los medios de comunicación o de los propios ciudadanos.

Por todo esto, el uso de indicadores bibliométricos para el análisis de la producción científica de los grupos de investigación y los investigadores se revela como un aspecto crucial y de vital importancia para la política científica española en general, y del CSIC, en particular.

En cuanto a los indicadores bibliométricos, se ha observado que todos ellos presentan limitaciones cuando se utilizan para la valoración de los científicos individualmente, dado que todos ofrecen una información parcial de la actividad investigadora y ninguno posee toda la información necesaria y suficiente para acometer la evaluación científica con garantías (van Leeuwen et al, 2003).

En este sentido, los recuentos de documentos presentan el problema de que recogen la versión más cuantitativa del *output* científico de los investigadores, sin aportar una valoración sobre la calidad de los mismos. Además, el debate sobre el recuento de los documentos en multiautoría sigue representando una importante limitación (Cronin, 2001a). Los problemas relacionados con las tendencias inflacionistas en el número de autores de los documentos (Persson et al, 2004) o con la proliferación de publicaciones salami (Abraham, 2000) son también barreras importantes en la consideración del número de documentos como elemento único de juicio.

Los recuentos brutos de citas también proporcionan una visión sesgada de la realidad investigadora dado que, aunque ofrecen una información sobre el impacto total de la producción de los investigadores, no informan sobre la distribución del impacto en los documentos ni sobre el equilibrio entre producción e impacto en el conjunto de la producción de la unidad de análisis. Por su parte, el índice *h*, aunque es una medida que combina los dos indicadores anteriores, presenta una gran dependencia del número de documentos y del número de citas, y aunque supera algunos de los inconvenientes del uso por separado de los dos indicadores presenta numerosas limitaciones descritas en la literatura (Roediger, 2006; Lehman et al, 2006, 2007; Vinkler, 2007) que lo inhabilitan como herramienta de evaluación única.

Por su parte, los indicadores relativos de impacto observado son muy interesantes porque presentan una medida del rendimiento de la producción en términos de citas (como es el ratio de citas por documento y el porcentaje de *Highly Cited Papers*) o en términos de citas relativas a una referencia internacional, que puede ser la revista (CPP/JCSm) o el subcampo de publicación (CPP/FCSm). Sin embargo, estos indicadores utilizados por sí solos tampoco están exentos de limitaciones, dado que investigadores con muy poca producción pueden verse altamente beneficiados por algún documento muy citado (p. ej. un investigador con 3 documentos, uno de ellos con 100 citas y otros dos no citados, tendría un ratio de citas por documento muy elevado que no sería representativo de su actividad media, dado que el documento muy citado podría ser resultado de una colaboración ocasional). Otra limitación particular de los indicadores de *Relative Citation Rate* es que su uso puede favorecer a aquellos investigadores que publican en disciplinas o revistas con baja densidad de citación (Narin y Hamilton, 1996), ya que en estos casos es más fácil obtener un número de citas por encima del promedio de la disciplina o de la revista. Por otro lado, se ha demostrado que los individuos que publican en disciplinas con alta densidad de citación tienen dificultades para mantener sus valores de CPP/FCSm a medida que publican más documentos (Costas et al, 2008).

Finalmente, los indicadores de impacto esperado, basados en el impacto y visibilidad de las revistas de publicación y de sus áreas científicas, tampoco son válidos por sí solos para la evaluación individual de los científicos. Por una parte, el impacto de las revistas no es representativo del impacto real que obtendrá cada uno de sus documentos, ya que se ha descrito una distribución asimétrica de las citas entre los documentos publicados en una misma revista (Seglen, 1992, 1994, 1997). Por otra parte, sufren también de los problemas de escala mencionados para los indicadores relativos de impacto observado (pocos documentos esporádicos en revistas con alto impacto, etc.). Sin embargo, sí se ha planteado la utilidad de estos indicadores para mostrar el logro de los investigadores a la hora de publicar sus trabajos en las mejores revistas de sus campos científicos, además de ser un indicador interesante de la visibilidad de la producción general de los investigadores en el contexto internacional (Wallin, 2005; Nederhof, 2008).

Dado que los indicadores bibliométricos presentan limitaciones cuando se emplean por separado y de modo aislado, la combinación de los mismos es una opción que ha sido frecuentemente sugerida por los investigadores (Lewison et al, 2007). Sin embargo no se conocen propuestas multidimensionales prácticas para el análisis y apoyo de la evaluación científica de los investigadores, aspecto sobre el que se ha incidido con la metodología de análisis bibliométrico a nivel individual desarrollada en este trabajo.

## **5.2. Sobre la Metodología de análisis desarrollada**

La metodología desarrollada supera muchas de las limitaciones existentes en los estudios bibliométricos realizados a nivel micro, proporcionando información útil y válida tanto para informar los procesos de evaluación individual como para realizar estudios descriptivos a este nivel. A continuación se enumeran las principales características y ventajas de dicha metodología:

- Integral. Esta metodología se basa en el análisis de un colectivo completo de investigadores y de la posición que éstos ocupan dentro del mismo, es decir, no se reduce al análisis de los investigadores más productivos dentro de un área. Además, permite integrar información bibliométrica con otro tipo de información relativa a características personales y profesionales de los investigadores (categoría profesional, edad, género, etc.).
- Contextual. Analiza a los investigadores en relación con sus pares en la misma área dentro de la institución. Esta característica entronca con la propuesta de Lewison et al (1999) quienes sugieren que los candidatos a los procesos de evaluación deben ser comparados con investigadores de referencia, que en este trabajo son todos los investigadores del CSIC en la misma área temática.
- Multidimensional. El carácter multidimensional de esta metodología es su principal ventaja, al combinar diferentes dimensiones de la producción científica de los investigadores, evitando los sesgos y limitaciones de los indicadores cuando se utilizan de forma aislada. La utilización de diversos indicadores es una cuestión sugerida por diversos autores (van Leeuwen et al, 2003; Aksnes y Taxt, 2004). Debe tenerse en cuenta que estas dimensiones no han sido creadas de forma arbitraria, sino que se han desarrollado a partir de la agrupación estadística de indicadores similares a través del análisis factorial. Esta multidimensionalidad supone también una fortaleza frente a los rankings tradicionales, los cuales tienden a presentar sus resultados en función de un solo indicador haciéndolos muy dependientes de las limitaciones de dicho indicador.
- Multinivel. Los datos obtenidos a nivel individual son susceptibles de ser agrupados y por tanto permitir el análisis desde una perspectiva *Bottom-up* (van Leeuwen, 2007) considerando distintos niveles de análisis como son los grupos de investigación, los departamentos o los centros de

investigación. Llevar a cabo análisis de niveles superiores mediante la agrupación de los documentos de los investigadores, permite reforzar las conductas colectivas como sugiere Sanz Menéndez (2004). Además, esta característica multinivel, facilita analizar la productividad científica de los investigadores desde dos perspectivas: 1. Desde el punto de vista de las características del individuo. 2. Desde el punto de vista de su entorno de trabajo (grupo, departamento, centro...).

- Completitud. Otra de las características de esta metodología es su elaborado procedimiento de obtención de los datos de análisis, que es uno de los aspectos más complejos y delicados en los análisis a nivel individual (Ren, 2000). En este sentido, la metodología desarrollada presenta una gran exhaustividad en la recopilación de la información: recupera la práctica totalidad de la producción científica de cada investigador independientemente de su centro de trabajo en el momento de la publicación (considerando incluso la movilidad de los mismos, etc.), no requiere ninguna limitación temática ni geográfica, y considera todas las expresiones documentales recogidas en las bases de datos. La posterior normalización de la información y asignación de los documentos a los investigadores tiene un alto grado de acierto (98%). Sin embargo, a pesar de la gran completitud en la recopilación de los datos a nivel individual, la posibilidad de disponer de los Curriculum Vitae de los investigadores como fuente de información básica para las búsquedas de información y chequeo de la producción es altamente recomendable para poder garantizar la cobertura total de la producción de los investigadores.
- Informativa. Esta metodología tiene como principal resultado una clasificación de investigadores, la cual tiene un alto valor informativo más allá de las necesidades evaluativas de la institución, permitiendo que los investigadores y gestores científicos dispongan de una herramienta de información para la mejora y el establecimiento de políticas y estrategias de futuro. En este sentido, en función de las necesidades es posible utilizar la clasificación a diferentes niveles de agregación y analizar a los investigadores desde diferentes perspectivas. Además, no debe olvidarse que, aparte de los datos de clasificación y de análisis elaborados, para cada investigador se dispone de su perfil bibliométrico completo, lo que permite detectar sus fortalezas y debilidades de forma más detallada. Este último aspecto no se encuentra en la mayoría de los rankings existentes actualmente, los cuales no proporcionan información real de cuales son los puntos débiles ni fuertes de las unidades analizadas.
- Carácter sistematizador. En consonancia con la capacidad de proporcionar información sobre la actividad de los científicos, destaca la posibilidad de clasificar a los investigadores en función de sus diferentes estrategias de publicación y de su desempeño científico. De acuerdo con Chawla y Singh (1999) los investigadores pueden mostrar diferentes grados de implicación con la actividad investigadora, y a través de esta metodología se pueden detectar investigadores Top, investigadores selectivos, grandes productores, investigadores medios, investigadores

silenciosos, etc, además de las tres clases generales desarrolladas (Top, Media y Baja).

- Simplicidad. Una característica que se demanda de los estudios bibliométricos es su facilidad para ser entendidos por los usuarios de dicha información (gestores científicos, investigadores, etc.) (Nazaroff, 2005). Esta metodología también presenta la ventaja de su simplicidad en su producto final, ya que ofrece una clasificación general de investigadores e información sobre el rendimiento de los mismos en tres dimensiones fácilmente comprensibles para los usuarios de la información.
- Flexibilidad. Los expertos y usuarios de dicha información pueden ponderar las dimensiones que consideran más importantes, y/o establecer limitaciones generales en función de sus objetivos (por ejemplo, descartar candidatos con valores de producción inferiores a la media del área, etc.). Por otra parte, el hecho de que los investigadores estén relativamente familiarizados con los índices de citas (Harges y Schuman, 1990), permite que su uso y comprensión por parte de gestores y científicos sea relativamente fácil.
- Robustez. La estandarización de indicadores y la combinación de los mismos para construir las distintas dimensiones, permiten la adscripción de los investigadores a clases que no se ven afectadas por los valores atípicos ni por las pequeñas pérdidas de documentos (es improbable que las posiciones de los investigadores varíen sustancialmente), lo cual confiere una importante robustez y estabilidad a la metodología desarrollada así como a sus resultados. Esta aproximación evita el inconveniente descrito para los rankings de que unidades que están muy próximas entre sí sean valoradas por sus puntuaciones brutas, sin tener en cuenta que dichos valores pueden verse influenciados por pequeñas pérdidas de información (Cole, 1989), o que las diferencias entre ambas unidades no sean realmente significativas (Buela-Casal, 2007). Contrariamente a esto, la metodología desarrollada clasifica a los investigadores en función de su posición en cada una de las dimensiones atendiendo a percentiles. Se valora y favorece especialmente el equilibrio entre las tres dimensiones, aspecto que los rankings tampoco consideran dado que se ven altamente influenciados por el indicador o indicadores que marcan el orden en el ranking, aspecto que no sucede con la metodología desarrollada.

Por otra parte, la clasificación de los investigadores propuesta presenta diversas ventajas sobre el uso de indicadores de forma aislada:

- Visión equilibrada y amplia de la actividad investigadora. Frente al uso de indicadores individuales que ofrecen información parcial de los diferentes aspectos de la actividad investigadora, esta metodología valora el equilibrio entre las diferentes dimensiones de la actividad científica. Asimismo, concede a las revistas un papel relevante sin que eso implique asignar un valor de calidad a los documentos (como se ha hecho en el



pasado con el Factor de Impacto), lo cual puede incentivar a los investigadores a publicar en las mejores revistas de su campo de trabajo y evitar que se acomoden en un grupo de revistas de bajo nivel donde puedan publicar sus trabajos fácilmente. En este sentido, hay que defender que tratar de publicar los documentos en las mejores revistas responde a un interés doble, por un lado se aumenta la visibilidad personal e institucional a través de la presencia de artículos en las mejores revistas y por otro el hecho de superar los filtros de calidad de las mejores revista del mundo es un criterio cualitativo en si mismo (Bordons et al, 2002; Bellés, 2006) que contribuye a mejorar la calidad de los trabajos a través de los comentarios de los revisores.

- Dificultad de manipulación. Al no basarse en un indicador simple sino en una aproximación multidimensional es más difícil de manipular por parte de los propios investigadores. Así, por ejemplo, un aumento desmesurado del numero de publicaciones no es favorable por sí mismo, ya que si no se produce a través de documentos de calidad se acompañaría de un descenso en el impacto observado y en la calidad de las revistas de publicación; por otra parte, una excesiva fragmentación de los artículos provocaría un incremento del número de documentos pero una dispersión de las citas que reciben, reduciendo el impacto medio de los documentos así como el porcentaje de *Highly Cited Papers*. De esta forma, se evitan los efectos no deseados descritos para el uso aislado de los indicadores; y se plantea que la única forma de mejorar el resultado de una evaluación es tratando de publicar los mejores artículos, en las mejores revistas de su área de publicación, procurando que dichos trabajos conformen piezas de investigación lo suficientemente consistentes para agrupar el máximo número de citas que se esperaría recibir en ese tema.
- No modifica los hábitos de los investigadores. Como se ha visto en el punto anterior, dado que no es fácilmente manipulable, los investigadores no estarían tentados a cambiar sustancialmente sus hábitos de publicación (excepto en los casos en los que deseen reforzar sus puntos más débiles), evitando con ello los aspectos más corrosivos de la evaluación científica. Dado que la cantidad de producción pierde peso a favor de la calidad, se contribuiría a evitar (o al menos disminuir) algunos malos hábitos relacionados con la asignación del crédito de los documentos (hiperautoría, autoría honorífica, etc.) (Lawrence, 2002) y se evitaría que los investigadores menos agresivos en términos de publicaciones se vieran perjudicados (Lawrence, 2007). De este modo se contribuiría a reconducir los hábitos de los investigadores hacia la búsqueda de la excelencia científica y la consecución de los objetivos científicos propuestos, con un menor interés en la simple optimización de la producción con fines de superación de la evaluación científica

Vistas las características y principales ventajas de la metodología desarrollada, también es importante describir cuáles son los posibles usos de la información proporcionada. En este sentido se plantean tres usos generales: evaluación científica, análisis descriptivos y como herramienta informativa para los propios investigadores. Estos tres usos generales no son

independientes unos de otros, sino que interaccionan entre ellos (la descripción tiene interés para la evaluación y la información personal de los investigadores, y viceversa).

#### 1) Evaluación científica.

- Complemento y herramienta de apoyo para los expertos en la toma de decisiones. Como ya se ha señalado anteriormente, la información proporcionada por esta metodología tiene un gran valor desde el punto de vista de la evaluación científica, permitiendo informar de forma objetiva todos aquellos procesos en los que es necesario valorar los logros científicos de los investigadores a nivel individual. Se puede mencionar que esta información puede ser de gran ayuda en los procesos de reclutamiento de personal del CSIC (contratos, oposiciones, promoción científica, etc), dado que en dichos procesos existe una parte de concurso que tiene un gran componente bibliométrico. Asimismo, también tendría utilidad en otros procesos como por ej. la asignación de fondos, becas de investigación, concesión de premios o estancias, que conllevan una evaluación previa de la actividad científica de los candidatos.

La metodología permite obtener el perfil bibliométrico medio de los investigadores, que puede utilizarse como referencia frente a la cual comparar a todos los candidatos a entrar en la organización. Esta idea ya fue sugerida por Garfield (1983b), quien planteó que en la evaluación de candidatos éstos deberían ser comparados con los investigadores que entraron en los años precedentes. La metodología aquí propuesta va más allá permitiendo comparar a los candidatos con todos los investigadores actualmente trabajando en la organización, pero también de forma específica con aquellos con un perfil Medio o Top dentro de su área.

Disponer de la clasificación de los investigadores a evaluar en función de logro científico permitiría priorizar la incorporación a la institución de investigadores Top, previa valoración de otros aspectos de la trayectoria profesional de los investigadores no reflejados en el análisis bibliométrico. Especialmente interesante puede ser disponer de esta información para valorar el logro científico de posibles investigadores candidatos a categorías superiores a la básica.

Adicionalmente, se considera que sería de gran interés la posibilidad de establecer umbrales, lo cual tendría la ventaja de circunscribir el acceso a la institución a aquellos investigadores que cumplan unos mínimos de acceso. Estos umbrales tendrían también la ventaja de facilitar el acceso a la institución de investigadores con perfiles “altos” y permitirían detectar entre los candidatos a aquellos investigadores cuyo acceso a la institución aumentaría sustancialmente su visibilidad indirecta.

La clasificación de los candidatos con respecto a los umbrales establecidos para la institución permitiría conocer la existencia de candidatos potenciales con perfiles adecuados a la institución, lo cual podría tener valor para la provisión y planificación futura de plazas en las

líneas correspondientes, como un elemento informativo más entre otros, conducentes a incrementar la necesaria coordinación y planificación en la incorporación de investigadores a las instituciones de investigación. Este aspecto ha sido sugerido también por Bonacorsi y Daraio (2003), sugiriendo que se debe evitar la descoordinación en la incorporación de investigadores, para así eludir los posibles picos y valles en los procesos de contratación (épocas sin apenas contrataciones y periodos de contratación masiva) para de este modo promover flujos continuos de oportunidades de trabajo.

Para los propios candidatos también es interesante conocer su posición dentro del área, así como los mínimos exigibles para poder optar a las plazas científicas convocadas, con el fin de detectar los aspectos a mejorar para poder acceder en el futuro a un puesto en la institución.

Finalmente, hay que señalar que la información correspondiente a la clasificación de los investigadores puede ser útil para los grupos y centros de investigación de la institución que deseen contratar investigadores a través de algunos de los programas existentes en la actualidad (Ramón y Cajal, Juan de la Cierva, programas europeos, I3P, etc.). Dado que esta metodología permite obtener información para agregados superiores, por lo que los diferentes grupos podrían valorar cuánto mejoraría su visibilidad indirecta con la contratación de los diferentes candidatos, además de poder conocer si los candidatos están por encima o por debajo del perfil medio del grupo o centro de investigación.

- Análisis *Bottom-up*. Mediante la agregación de los documentos de los investigadores es posible realizar análisis de centros o grupos de investigación, e incluso de unidades superiores de agregación, desde una perspectiva *Bottom-up*. Esta perspectiva *Bottom-up* presenta interés porque supera las limitaciones de las aproximaciones *Top-Down*, permitiendo obtener información de gran validez para la evaluación científica, y aportando datos relativos al potencial investigador de centros y organismos a través de su visibilidad indirecta, así como del análisis de su productividad relativa.

## 2) Estudios descriptivos.

- Análisis del comportamiento social de los investigadores. Desde el punto de vista de la sociología de la ciencia esta metodología proporciona una herramienta de gran valía, ya que permite analizar el comportamiento de los investigadores en función de distintos factores personales, científicos y sociales; detectar los investigadores más destacados de cada área, y profundizar en el estudio de la productividad y el rendimiento de los investigadores, entre otros temas.

Es posible incluir en los análisis aspectos cualitativos como la satisfacción personal o la motivación de los investigadores. En esta línea Hermanowicz (2007), demostró que no son los investigadores Elite los que presentan la mayor satisfacción personal, sino que son los que

combinan varias actividades (en sus términos los “Pluralistas”), aspectos todos que pueden ser de gran utilidad para el desarrollo de diversas políticas por parte de la institución.

### 3) Herramienta informativa para los propios investigadores.

- Información para los propios investigadores. Más allá de los análisis con propósitos de evaluación, esta metodología proporciona a los propios investigadores información de gran valor, como es conocer su posición en el área y, más concretamente, en qué dimensiones son susceptibles de mejorar (p. ej. un investigador puede conocer que está publicando un número de documentos adecuado, pero que está publicando en revistas de baja calidad, por lo que sería susceptible de mejorar este aspecto), lo que representaría una fuente de auto-análisis para determinar las propias debilidades y fortalezas así como un mecanismo de control sobre el rendimiento científico personal.

A pesar de estas ventajas y posibilidades, la metodología presentada tiene algunas limitaciones que es necesario tener en cuenta para su adecuada utilización:

- Existencia de otros *outputs* científicos no considerados en la metodología. Aunque esta metodología se basa en uno de los resultados más importantes de la actividad científica como son las publicaciones en las principales revistas internacionales de sus áreas (*mainstream science*) identificadas en este estudio por su inclusión en la base de datos del *Web of Science*, hay que tener en cuenta que todas las limitaciones sobre la cobertura de esta base de datos se aplican a los análisis basados en sus datos. Así, existen otros productos derivados de la actividad científica, derivados de la propia diversidad de actividades de los investigadores y laboratorios (Laredo y Mustar, 2000) que no se han contemplado en este estudio, entre los que se pueden mencionar:
  - Publicaciones de orientación nacional. No se incluye la producción de orientación local publicada en revistas españolas (o locales de otros países) no incluidas en el WOS. Esta producción presenta un gran interés, especialmente para aquellas disciplinas con una gran orientación local (Bourke y Butler, 1996b) como es el caso de las ciencias sociales y humanidades (Moed, 2005) o ciencias de la tierra (Rey Rocha y Martín Sempere, 1999; Rey Rocha et al, 1999).
  - Libros y monografías. Este tipo documental tiene especial importancia en humanidades y ciencias sociales, siendo en algunas disciplinas de estas áreas el principal vehículo para comunicar los resultados de la investigación. Por esta razón, se recomienda su inclusión en el estudio de estas áreas.
  - Tesis. Este es un tipo documental de gran importancia para la propia estructuración de la ciencia en general y de los grupos de

investigación, en particular (Delgado López-Cózar et al, 2006), ya que juega un papel esencial en el proceso de formación de nuevos investigadores. Además, su estudio permite analizar la dedicación de los investigadores a actividades de formación. El hecho de que la investigación objeto de una Tesis se publica habitualmente en forma de artículos u otros tipos documentales reduce el problema de su no inclusión en los estudios bibliométricos.

- Congresos. Los congresos son foros de intercambio de ideas y contacto entre investigadores de diversos centros y países, por lo que la participación y contribución a los mismos es un aspecto de gran significación para el funcionamiento científico que debe ser considerada en la evaluación de la labor investigadora (King, 1961). Las contribuciones a congresos son especialmente relevantes en algunas áreas como Ciencias de la Computación o algunas disciplinas de la Ingeniería, en las que algunos autores sugieren su incorporación a los estudios bibliométricos (Moed 2005).
- Patentes. Las patentes son un importante resultado de la actividad científica y tecnológica (Narin y Hamilton, 1996; González-Albo Manglano y Zulueta García, 2007); representan un tipo de investigación aplicada susceptible de generar innovación y cuyo peso e importancia varía en función de las áreas. El estudio presentado en este trabajo se centra en una serie de indicadores específicos para el análisis de la actividad científica, y requeriría incluir otros indicadores como las patentes para ofrecer una cobertura adecuada de la actividad tecnológica. En este sentido, hay que tener en cuenta que la metodología propuesta no es incompatible con el análisis de patentes u otros indicadores tecnológicos y que, además, en la literatura se ha descrito la existencia de buena correlación entre la actividad patentadora y la actividad científica (Breschi et al, 2005; Meyer, 2006). La inclusión de este tipo de indicadores tecnológicos sería muy oportuna dado el creciente interés de los gobiernos por la investigación aplicada y los vínculos entre el sector público y el sector empresarial, pudiéndose analizar además la movilidad de los investigadores hacia la industria (Zellner, 2002). Para el caso concreto del CSIC se ha destacado que esta es una de las instituciones con más contribuciones a la actividad patentadora en España (Albert et al, 2007). Por todo ello, el análisis de esta dimensión será abordado en el futuro.
- Otros tipos de productos derivados de la actividad investigadora como informes, reuniones, etc. que representan otras facetas de la actividad científica, entre los cuales también se empiezan a incluir los *blogs* (Torres-Salinas et al, 2008).

- Necesidad de actualización permanente. Es necesario actualizar regularmente los datos para la incorporación de las publicaciones más recientes de los investigadores y así conocer con mayor precisión la evolución de su producción a nivel individual.
- Necesidad de datos externos y validación. Se plantea la importancia de disponer de datos externos que faciliten la recuperación e identificación de los documentos de los científicos así como su validación posterior. En este sentido, la disponibilidad de los Currículum Vitae de los científicos a través de la propia institución o de Internet es muy recomendable para la correcta detección de la producción científica. En este punto, es interesante destacar la propuesta de Currículum Vitae normalizado existente actualmente en España (Curriculum Vitae Normalizado, <http://cv.normalizado.org>), la cual podría convertirse en una herramienta de investigación de primer orden para este tipo de estudios en la línea de lo propuesto por Dietz et al (2000) y Gaughan y Bozeman (2002). Por otro lado, la validación de los datos por parte de los investigadores es sin lugar a dudas la mejor solución frente al problema de la identificación adecuada de los documentos, aspecto en el que se puede mencionar la iniciativa desarrollada en el grupo CWTS de Leiden, donde a través de plataformas web los investigadores analizados validan su producción científica (van Leeuwen, 2007).
- Participación de expertos. Esta metodología no puede ser considerada una herramienta automática para la evaluación de investigadores, sino que es necesaria la concurrencia y valoración por parte de expertos en las diferentes áreas que le den la validez y uso más apropiados.
- Análisis únicamente de personal científico. El análisis presentado en este trabajo se basa en el estudio de la producción científica del personal científico en plantilla del CSIC, sin embargo el número de personas que realiza investigación en el CSIC es superior, ya que la institución cuenta con becarios predoctorales, contratados predoctorales, contratados doctores, etc. que también realizan investigación y cuya inclusión en los estudios habría que considerar, en función de los objetivos propuestos en cada caso.

### **5.3. Sobre la producción general de de las áreas del CSIC analizadas**

#### **5.3.1. Producción general de las tres áreas de análisis**

A continuación se presenta la discusión de los resultados relativos a la producción general de las tres áreas desde una perspectiva meso, comparándolas entre si y con otras unidades superiores como son el conjunto del CSIC y el conjunto de España, con la intención de entender mejor los resultados obtenidos.

En cuanto a la producción científica de las áreas analizadas, el primer aspecto que merece la pena ser destacado es el escaso solapamiento entre las tres áreas, es decir, la escasa colaboración entre investigadores de las

tres áreas objeto de estudio. Esto pone de manifiesto las importantes diferencias que existen entre las áreas analizadas, con especializaciones y orientaciones bien definidas y diferenciadas.

La producción científica experimenta una evolución ascendente en las tres áreas, siendo el incremento ligeramente superior en Recursos Naturales que en las otras dos áreas, y situándose en los tres casos por debajo del detectado para el conjunto del CSIC y de España. Esto debe analizarse con cautela, ya que para las tres áreas estudiadas se ha analizado la producción de un colectivo fijo de investigadores (investigadores en plantilla activos en 2005), mientras que la producción del total del CSIC y de España no se ha limitado de la misma manera (incluye a todos los investigadores independientemente de su año de incorporación), por lo que en este último caso un incremento del número de investigadores productores puede facilitar el incremento de la producción a lo largo del periodo de análisis. Datos de un estudio previo indican que en el periodo 2000-2006 la producción total de las tres áreas analizadas, entendida como la producción firmada en el periodo por los centros de cada área, experimenta un crecimiento ascendente similar al del promedio de la institución (Gómez et al, 2007).

El rápido incremento de la producción científica española en las últimas dos décadas ha sido estudiado por diversos autores (Gómez et al, 2006; Moya Anegón y Jiménez Contreras, 1999) y muestra una creciente internacionalización de la ciencia española fomentada, entre otras causas, por la instauración de diversas medidas de evaluación científica que valoran la publicación en revistas de prestigio internacional (CNEAI).

El estudio de Gómez et al (2007) muestra como tanto la producción del CSIC como la del conjunto de España crecen a lo largo del periodo 2000-2006, observándose que a partir de 2001 este crecimiento es ligeramente más rápido para el conjunto de España que para el CSIC. Entre las razones que pueden explicar este crecimiento más rápido de la producción del conjunto de España frente al conjunto CSIC durante los últimos años se pueden mencionar los nuevos criterios de evaluación y acreditación del profesorado universitario español que ha supuesto una mayor presión para la publicación en revistas recogidas en Thomson-ISI por parte de los profesores universitarios (ANECA, 2007), contribuyendo a aumentar por tanto el número de documentos publicados en revistas recogidas en estas bases de datos.

En este sentido, algunos autores han señalado que el fomento de la producción científica en revistas de impacto recogidas en el *Web of Science* no necesariamente se acompaña de una mayor tasa de citación de la producción (Butler, 2003, para Australia, y Gokceoglu et al, 2008 para Turquía), y advierten de la importancia de fomentar la calidad, y no solo la cantidad de publicaciones.

En consonancia con la evolución del número de documentos, la evolución del número absoluto de citas recibidas por los documentos (ventana variable de citación) también pone de manifiesto que los documentos de las tres áreas analizadas han tenido un crecimiento inferior en citas que el observado para

el conjunto de España. Sin embargo, esto no se acompaña de un descenso real de la citación de los documentos. En realidad, el número de citas por documento (ventana de citación de tres años) muestra una tendencia creciente a lo largo del tiempo en Ciencia de Materiales y Recursos Naturales, y ligeramente descendente en el caso de Biología y Biomedicina. Es importante señalar que si bien los documentos de las tres áreas del CSIC representan en torno al 9% de los documentos españoles, éstos concentran en torno al 16% de las citas españolas, lo que pone de manifiesto que aunque en el conjunto de España ha aumentado más rápidamente en el número de documentos y citas, los documentos de las tres áreas analizadas presentan un impacto proporcionalmente superior.

Biología y Biomedicina presenta una alta densidad de citación, mostrando los valores más altos en el número de citas por documento, Factor de Impacto y Posición Normalizada de las revistas de publicación, comparada con las otras dos áreas y también con España y el conjunto CSIC. Sin embargo, el ratio de citas por documento desciende ligeramente a lo largo de los años (en las otras dos áreas este ratio se incrementa con el tiempo). En otros indicadores como el Factor de Impacto y la Posición Normalizada de las revistas, esta área presenta crecimientos muy ligeros y siempre por debajo de la media nacional y del CSIC en conjunto. Asimismo, muestra los mayores valores de CPP/FCSm durante prácticamente todo el periodo de estudio, lo que indica una alta influencia internacional de la producción, recibiendo más citas que el promedio de sus subcampos de publicación. Estos datos sugieren un alto grado de desarrollo y prestigio científico dentro del área, para la que se ha descrito una alta competitividad (Rey Rocha et al, 2006), y cuya capacidad de crecimiento se ve limitada por el alto nivel alcanzado hasta la fecha (es el área que menos crece durante el periodo).

La situación de Recursos Naturales es muy distinta. Esta área es la que más crece durante el periodo estudiado a través de los distintos indicadores: número de documentos, citas, citas por documento, Factor de Impacto y Posición Normalizada de las revistas (en estos dos últimos indicadores crece incluso por encima de la media española y del CSIC). Sin embargo, es el área que presenta los menores valores en todos estos indicadores. Distintos factores pueden contribuir a explicar el incremento de la producción, como el creciente interés de los países por la investigación medioambiental y por sus repercusiones sociales y económicas. Así, se han descrito importantes incrementos en el área en otros países como Canadá (Godin et al 2002). Por su parte, Bertrand y Côté (2006), detectaron que España era el 8º país que más había crecido en los últimos años en ciencias medioambientales, siendo el 12º en producción internacional (por delante de países como Finlandia, Noruega o Suiza), además estos autores también detectaron que el CSIC era el 8º organismo mundial con más documentos en ciencias medioambientales (periodo 1995-2004), lo cual reafirma el importante papel de la institución en esta área.

La producción en Recursos Naturales recibe menos citas que el promedio de sus subcampos de publicación ( $CPP/FCSm < 1$ ), pero muestra una tendencia ascendente en este impacto relativo internacional, siendo este aspecto



coherente con las observaciones de Bertrand y Côté (2006) para el conjunto de España en el área de ciencias medioambientales.

El hecho de que las áreas que presentan un mayor desarrollo científico tienen más dificultad para seguir creciendo, entronca con las observaciones de van Raan (2005, 2008) y de Katz (2000, 2005) sobre la relación entre producción e impacto en función de reglas de escalamiento en términos de ventaja acumulativa del tamaño de la producción. En esta línea, aquellas unidades de análisis que están trabajando en las áreas de mayor densidad de citación (el caso de Biología y Biomedicina) tienen más dificultades para mejorar mediante el aumento de sus publicaciones, mientras que las que están en niveles más bajos de actividad y publicando en disciplinas con menor densidad de citación, tienen más capacidad y margen para la mejora (Recursos Naturales). Estas relaciones o reglas de escalamiento (*scaling rules*) entre el número de documentos y su impacto han sido observadas en diferentes niveles como son países, disciplinas científicas e institutos (Katz, 1999, 2000, 2005), así como para los grupos de investigación (van Raan, 2008, 2006b, 2006c) y también para los investigadores de forma individual (Costas et al, 2008).

En cuanto a Ciencia de Materiales, es el área con mayor producción de las tres, observándose un incremento positivo a lo largo del tiempo, lo que concuerda con el incremento general de la investigación en este ámbito a nivel internacional observado por Sombatsompop et al (2007), quien detectó que España era uno de los 10 países que en 2004 tenía más documentos como autor de correspondencia en dicha disciplina. En cambio, hay que destacar que en el resto de indicadores se ve superada por Biología y Biomedicina, convirtiéndose en el área intermedia en cuanto a impacto y visibilidad general de los documentos. En relación al impacto internacional relativo, ocupa también la segunda posición por debajo de Biología y Biomedicina, aunque hay que señalar que el crecimiento de Ciencia de Materiales durante el periodo ha sido superior al de Biología y Biomedicina y además siempre ha tenido valores por encima de 1 lo que indica que en promedio sus documentos son citados por encima de su referencia internacional. En cambio, hay que destacar que es el área con menor densidad de citación tanto en sus revistas (JCSm) como en sus disciplinas científicas (FCSm) incluso ligeramente por debajo de Recursos Naturales.

Ciencia de Materiales es el área con menos referencias por documento (27), mientras que Biología y Biomedicina es la que presenta el mayor número (44). Este dato contribuye a explicar la menor densidad de citación de Ciencia de Materiales, ya que existe una relación directa entre la densidad de citación de las áreas científicas y la densidad de referencias en sus documentos, de forma que las áreas con menos referencias por documento presentan también menor densidad de citación. A lo largo del periodo, se observa una tendencia ascendente en el número de referencias por documento en las tres áreas estudiadas. En términos generales, el incremento del número de referencias por documento a lo largo del tiempo es un fenómeno también identificado por Garfield (1980), Minasny et al (2007) o por Biglu (2008) quien además relaciona este incremento de las referencias en los documentos con

las nuevas posibilidades de acceder a la literatura científica (Internet, etc.), con el crecimiento de la literatura científica y con la mejora de la capacidad del uso de las herramientas de recuperación de información por parte de los investigadores.

El análisis del número de páginas de los documentos ha mostrado que el área de Recursos Naturales es la que presenta los documentos de mayor extensión (10,78 páginas por documento), seguida de Biología y Biomedicina (8,20), siendo Ciencia de Materiales la que presenta los documentos más cortos (7,07 páginas en promedio). El ratio de páginas por documento del área de Biología y Biomedicina (8,20) es coherente con el observado por Satyanarayana y Ratnakar (1989) de 8,02, aunque estos autores destacan que en las revistas médicas se publican artículos de menor extensión que en otras disciplinas más básicas. Es llamativo el hecho de que tanto Biología y Biomedicina como Ciencia de Materiales incrementan la extensión de sus documentos a lo largo del tiempo, mientras que Recursos Naturales se mantiene estable, incluso con un ligero descenso en los últimos años, lo cual podría deberse a un límite de saturación en la longitud de los artículos debido fundamentalmente a las restricciones de espacio impuestas por las revistas de publicación.

El análisis por tipo documental permite observar que el tipo documental más frecuente es el Artículo científico, algo esperable debido a las características de la propia base de datos. Otros trabajos han destacado también este predominio (Gómez et al, 2007; FECYT, 2004) en el conjunto de la producción española recogida en el WOS. Es destacable el importante número de Resúmenes de congreso observados en Biología y Biomedicina, lo cual coincide con lo observado en otros estudios sobre el CSIC (Gómez et al, 2007), así como en el conjunto de la producción española en Biomedicina (Camí et al, 1997). Otros tipos documentales destacados en Biología y Biomedicina son las Revisiones y Cartas; esta mayor presencia de comunicaciones cortas en el área de Biomedicina es coherente con los resultados aportados por van Leeuwen et al (2007) quienes además sugieren que las cartas de investigación (*Research letters*) deberían ser consideradas un tipo documental diferenciado, dado que muchas veces se clasifican indistintamente como Cartas o como Artículos.

En cuanto a la distribución por idiomas se corrobora lo observado en otros análisis basados en el *Web of Science*, en los que la lengua inglesa es la predominante (Gómez et al, 2007), situándose en torno al 98% de los documentos en el conjunto de las tres áreas. Únicamente cabe destacar el caso de Ciencia de Materiales que con un 3,19% de documentos en español es el área con más documentos en este idioma, lo cual se explica por la presencia entre sus revistas de cabecera del *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio* en la cual se publica el 2% de la producción en esta área. El área de Recursos Naturales también presenta una revista española destacada como es *Scientia Marina*, pero como esta revista se publica en inglés no supone un aporte reseñable de documentos en español. Hay que destacar que en esta área se observa un mayor porcentaje de documentos en francés (0,58%), que se asocia con la presencia entre las revista de mayor

producción del *Canadian Journal of Zoology-Revue Canadienne de Zoologie*, donde se aceptan documentos escritos en lengua francesa.

En relación con las revistas de publicación, hay que destacar que Ciencia de Materiales presenta la mayor concentración de documentos por revistas (con 100 revistas se recoge más del 70% de los documentos de esta área), y Recursos Naturales la mayor dispersión (con 100 revistas se recoge poco más del 50% de sus documentos). Este dato sugiere la mayor interdisciplinariedad del área de Recursos Naturales, la cual ya ha sido sugerida para campos afines como Ecología por Rodríguez y Moreiro (1996).

Es interesante destacar la presencia de importantes revistas de tipo multidisciplinar en la relación de revistas más utilizadas en Biología y Biomedicina. Destaca así, la presencia de la prestigiosa revista multidisciplinar *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* (PNAS), en la que se publica el 1,44% de los documentos de esta área; y de la revista *Nature* (0,57%). Aunque el volumen de documentos publicado en estos títulos no es muy alto, son revistas de alto prestigio y calidad, con filtros de publicación muy exigentes, en las que solo los grupos más relevantes llegan a publicar.

Finalmente, hay que reseñar que la distribución de la producción por las principales revistas, coincide *grosso modo* con los resultados del Informe del CSIC (Gómez et al, 2007), aunque debido a la utilización de diferentes periodos temporales en ambos conjuntos así como la forma de delimitación de las áreas (basado en autores en este caso y en centros en el Informe CSIC) varían ligeramente la posición de las revistas, pero se confirma que las revistas de cabecera de cada área son esencialmente las mismas, por lo que se constata cierta coherencia entre las delimitaciones de autores y de centros.

### 5.3.2. Distribución temática

En cuanto a la distribución temática de los documentos, los resultados obtenidos para el conjunto de las áreas nuevamente concuerdan con el último informe del CSIC (Gómez et al, 2007), donde también se observa como los documentos del CSIC tienden a presentar más impacto que los documentos de España en las mismas categorías temáticas.

Hay que señalar que se observan orientaciones temáticas claramente diferenciadas entre las tres áreas científicas. Por un lado, los documentos de Biología y Biomedicina se encuadran fundamentalmente en las categorías temáticas de Biomedicina (80%) y Medicina Clínica (15%), presentando el mayor incremento en la producción para esta última categoría, a pesar de que en el conjunto de España (Gómez et al, 2004) la actividad en ambas categorías está más proporcionada (27% y 26% de los documentos respectivamente para el periodo 1996-2001). Se pone así de relieve que ambas temáticas tienen una distribución similar para el conjunto de España, mientras que en el CSIC hay una clara orientación a favor de la investigación

más básica, algo ya subrayado por Sanz-Casado et al (2002) y por Camí et al (1997).

La producción de los investigadores de Biología y Biomedicina representa alrededor del 12% de la producción española en Biomedicina, aunque hay que destacar que se observa un descenso en la contribución del CSIC al conjunto del país durante el periodo de estudio, pasando de representar el 13% en 1994 al 9,54% en 2004, lo cual es consistente con la afirmación anterior sobre el crecimiento más rápido del conjunto de España con respecto a las áreas del CSIC, achacado en gran medida a la variabilidad en el número de productores (investigadores en activo) en ambos conjuntos.

Es destacable que los documentos producidos en esta área constituyen el 11% de la producción española recogida bajo la categoría Multidisciplinar (categoría donde se encuentran prestigiosas revistas como *Nature*, *Science* o *PNAS*); aunque se acusa cierto descenso en el número de documentos del área de Biología y Biomedicina en esta categoría temática.

En cuanto a las citas totales en función de las categorías temáticas, al igual que en el número de documentos, se observa una pérdida de peso del área con respecto al conjunto de España. El área concentra el 27% de las citas recibidas por los documentos españoles en la categoría de Biomedicina en 1994, y pasa a recibir el 16% en 2004, representando en total el 24% de las citas en el conjunto del periodo.

Sin embargo, nuevamente hay que destacar que si Biología y Biomedicina produce el 12% de la producción española en Biomedicina estos mismos documentos reciben casi el 24% de las citas en esta misma categoría temática, o dicho de otro modo, los documentos del área de Biología y Biomedicina del CSIC publicados en revistas de Biomedicina recogen proporcionalmente dos veces más citas que los documentos españoles en la misma categoría. El mismo fenómeno se observa para los documentos Multidisciplinares, que representan el 11% de la producción española en dicha categoría temática pero reciben casi el 37% de las citas de todos los documentos españoles en la misma.

El ratio de citas por documento de la principal categoría temática (Biomedicina) del área de Biología y Biomedicina decrece en el último año de análisis (2002) aunque previamente se había observado un pico máximo en 1998 (9,3 citas por documento). El ratio de citas por documento de Medicina Clínica también decrece ligeramente. En cambio, aumenta el ratio de citas por documento de los documentos en revistas de la categoría Multidisciplinar, pasando de un ratio de 29,54 citas por documento a otro de 37,2 en el último año de la serie, y alcanzando los máximos valores en años intermedios. En este sentido también hay que destacar que los documentos del área de Biología y Biomedicina publicados en revistas de Medicina Clínica presentan menos citas que los de la categoría temática de Biomedicina, lo cual se explica porque los campos clínicos de la medicina reciben generalmente menos citas (Lewison et al, 2007).

Finalmente, los valores de Factor de Impacto y Posición Normalizada media de los documentos publicados en la categoría temática de Biomedicina crecen a lo largo del periodo de estudio, situándose el primero en 5,009 y la Posición Normalizada en 0,80 (lo que indica que los documentos se publican fundamentalmente en revistas del primer cuartil). El Factor de Impacto también crece para los documentos de Medicina Clínica, aunque en cambio desciende para los documentos del área Multidisciplinar (que ya de por sí son muy altos). Estas dos categorías (Medicina Clínica y Multidisciplinar) también ofrecen descensos en la Posición Normalizada de sus revistas, aunque hay que destacar la ya de por sí alta Posición de las revistas en ambas categorías, especialmente las del área Multidisciplinar con valores alrededor del 0,95. Esto pone de relieve de nuevo la dificultad del área de mantener y/o incrementar la cantidad y calidad de las publicaciones y la visibilidad de sus revistas dado que ya se parte de un nivel muy alto, pero aún así se siguen produciendo documentos de gran impacto.

Las principales *subject categories* en las que se publican los documentos de Biología y Biomedicina son Bioquímica y Biología Molecular, Biología Celular y Neurociencias con más de 1000 documentos cada una de ellas, lo cual es coherente con las observaciones de Sanz-Casado et al (2002) quienes observaron que el principal tema de investigación del CSIC en los documentos recogidos en MEDLINE es Bioquímica y Biología, aspecto que también fue sugerido por Camí et al (1997). Asimismo, la distribución de disciplinas JCR es similar a la detectada por Gómez et al (2007).

Por otra parte, las principales disciplinas JCR en las que se clasifican los documentos de esta área presentan valores relativos de citas y Factor de Impacto superiores a los observados para el conjunto de España en las mismas disciplinas, es decir, que los investigadores del CSIC tienden a publicar en mejores revistas y a recibir más citas que el promedio del país en dichas disciplinas.

En cuanto a Ciencia de Materiales, la distribución de documentos por categorías temáticas generales se reparte fundamentalmente entre Ingeniería y Tecnología (40%), Física (40%) y Química (38%). El importante peso de la Física y la Química en esta área se explica en parte por el movimiento de personal que tuvo lugar desde las áreas de Física y Química hacia el área de Ciencia de Materiales, tal y como afirman Sanz Menéndez y Pfretzschner (1991).

El aumento de la producción en estas tres categorías temáticas es creciente a lo largo del periodo analizado, especialmente en Ingeniería y Tecnología, que casi duplica su producción en el periodo y llega a superar a las otras dos grandes temáticas al final del mismo. Sin embargo, al igual que en Biología y Biomedicina, el peso de los documentos y del total de citas del área con respecto al conjunto de España han ido decreciendo a lo largo del tiempo para las tres categorías temáticas principales.

Nuevamente se ha comprobado como la proporción de citas con respecto a España es superior a la proporción de los documentos, aunque en este caso

las diferencias son muy ligeras. En este sentido hay que destacar que los documentos de Ciencia de Materiales representan el 10% de los documentos españoles de Ingeniería y Tecnología, el 9% en Física y el 8,50% en Química; mientras que las citas de estos mismos documentos representan el 13% de las citas en Ingeniería y Tecnología, el 9,49% en Física y el 8,88% en Química.

Un aspecto diferenciador entre Biología y Biomedicina y Ciencia de Materiales se encuentra en el crecimiento del ratio de citas por documento, dado que si en el primer caso se acusaba un ligero descenso en el último año (2002) en sus dos principales categorías temáticas, para Ciencia de Materiales se observa un incremento en los ratios de citas por documento de sus tres principales categorías temáticas, observándose en Física el mayor ascenso.

En Ciencia de Materiales también se observa un incremento positivo en el Factor de Impacto de los documentos publicados en las tres principales categorías temáticas, así como en la Posición Normalizada de sus revistas de publicación, sin embargo hay que señalar que estas revistas en términos generales están en el umbral del primer cuartil aunque el valor medio las sitúa ligeramente por debajo ( $PN < 0,75$ ).

Las principales disciplinas JCR de publicación de los documentos de Ciencia de Materiales son Ciencia de Materiales-Multidisciplinar, Física-Estado Sólido, Química Física y Física Aplicada, todas ellas con más de 1000 documentos cada una. El impacto y la visibilidad de los documentos del área en estas disciplinas son superiores a los de los documentos del conjunto de España, aunque en términos generales los valores no se alejan mucho del valor 1 de referencia. Gómez et al (2007), en un estudio de un periodo reciente, y con una delimitación del área basada en centros en lugar de individuos, obtuvieron valores muy similares a los presentados en este trabajo, aunque el orden de la distribución de las disciplinas es ligeramente diferente.

Finalmente, el área de Recursos Naturales agrupa el 67% de sus documentos bajo la categoría temática de Agricultura, Biología y Medio Ambiente (su relación con la agricultura ha sido descrita por Sanz Menéndez y Pfretzschner (1991) en relación con el movimiento de personal de Ciencias Agrarias hacia esta área). Sin embargo, esta alta concentración de la producción en una categoría temática no debe confundir, ya que nos encontramos ante un área muy multidisciplinar, cuya producción está dispersa entre un total de 146 *Subject Categories* diferentes en contraposición con las 126 de Biología y Biomedicina y las 105 de Ciencia de Materiales. Además, la propia categoría temática de Agricultura, Biología y Medio Ambiente ya es de por si multidisciplinar en su propia denominación. Esta alta multidisciplinariedad del área de Recursos Naturales también ha sido destacada para temáticas afines a la misma como son Oceanografía (Dastidar, 2004), Ciencias Medioambientales (Karki, 1990), Ecología (Rodríguez y Moreira, 1996; Pérez Álvarez-Ossorio et al, 1997) o Silvicultura y Ciencias Forestales (Steel y Stier, 2000).

La producción de los investigadores de Recursos Naturales en esta categoría temática ha tenido un notable incremento a lo largo del periodo estudiado, aunque al igual que en las otras dos áreas científicas estudiadas se acusa una pérdida de peso con respecto al conjunto de España en dicha categoría temática debida al crecimiento más lento de la producción del CSIC frente al crecimiento del conjunto de España, achacada a la ya mencionada variabilidad en el número de productores en ambos conjuntos. Este mismo patrón se observa para el peso de las citas, sin embargo, al igual que en las otras dos áreas hay que destacar que también en Recursos Naturales el peso de las citas es proporcionalmente mayor al correspondiente a sus documentos (14% vs 10%) lo que nuevamente pone de relieve el mayor impacto relativo de los documentos del CSIC. También en Recursos Naturales se observa un incremento en el Factor de Impacto y la Posición Normalizada a lo largo del tiempo en su categoría temática principal, aunque en este último aspecto hay que destacar que los documentos todavía se publican principalmente en revistas del segundo cuartil, por lo que esta área todavía presenta un importante margen de mejora en este aspecto.

En cuanto a las principales disciplinas JCR de publicación de documentos, en el área de Recursos Naturales destacan Biología Marina y de Aguas Continentales y Ecología como las dos únicas disciplinas con más de 1000 documentos, coincidiendo con las dos disciplinas principales de esta área detectadas por Gómez et al (2007). Como se ha destacado anteriormente su producción se distribuye entre 146 disciplinas JCR diferentes. En las principales disciplinas de publicación, los documentos presentan en término medio más citas que la producción del conjunto del país; y se publican en revistas con un Factor de Impacto similar al descrito para el conjunto de España en las mismas disciplinas.

### 5.3.3. Colaboración científica

En cuanto la colaboración científica se ha comprobado que en las tres áreas los documentos en colaboración predominan sobre los que se realizan sin colaboración, incrementándose a lo largo del tiempo, aspecto que ha sido también observado para otros colectivos (Kyvik 2003). En esta línea, los documentos en colaboración se asocian con mayores valores de citas, citas por documento, Posición Normalizada, así como de Factor de Impacto, algo que también detectaron Ma y Guan (2005) para los documentos chinos de Biología Molecular en colaboración internacional, los cuales tenían más Factor de Impacto que los documentos con colaboración doméstica.

Algunos autores atribuyen el mayor impacto de los documentos en colaboración a la mayor autocitación que tienen este tipo de documentos (Aksnes, 2003a). Sin embargo van Raan (1998) plantea que los documentos en colaboración, y especialmente en colaboración internacional, también tienen una mayor audiencia (la colaboración internacional normalmente se dirige a una audiencia internacional y su comunidad potencial es mayor (Schmoch y Schubert, 2007)) y que es por esta mayor audiencia por lo que tienen un mayor impacto genuino. Además, el hecho de que los diferentes

coautores pueden difundir más sus trabajos a través del envío de *preprints*, discusiones informales, presencia en bibliotecas, etc. (Katz y Martin, 1997) también facilita que estos presenten una mayor difusión y posibilidades de citación.

Los beneficios de la colaboración son especialmente significativos para los documentos en colaboración internacional, algo ya planteado por Glänzel y Schubert (2001), Katz y Hicks (1997b). Además, este tipo de colaboración se presenta como el tipo más habitual de colaboración en las tres áreas analizadas, presentando los mayores niveles de impacto y visibilidad, además de más autores y centros por documento.

Se ha detectado que hay diferencias en los beneficios de la colaboración internacional en función de los países con los que se realiza, comprobándose como los documentos realizados en colaboración con América del Norte (fundamentalmente Estados Unidos) y eventualmente con países europeos, presentan un mayor beneficio en impacto y visibilidad que aquellos realizados en colaboración con países de América Latina. A este respecto Glänzel y Schubert (2001) señalan que, aunque en términos generales la colaboración internacional suele arrojar mejores resultados, no todos los países se ven igualmente beneficiados por la colaboración internacional, planteando en este sentido la existencia de centros “atractivos” y “repulsivos” de colaboración. Una apreciación similar en este sentido también ha sido planteada por van Leeuwen y Tijssen (2007) a nivel de países, señalando que determinados países con un desarrollo científico muy alto no se ven beneficiados por la colaboración internacional de igual modo que otros países menos desarrollados científicamente. Una hipótesis similar ha sido sugerida por Bordons et al (1993) para los países periféricos, planteando si la colaboración internacional beneficia a todos los cooperantes de igual modo o si beneficia más a los menos avanzados, en este trabajo se aportan evidencias que sugieren que esto es así, lo cual se puede achacar al diferente peso científico que unos países tienen frente a otros (De Filippo et al, 2008).

En cuanto a la explicación de este fenómeno se puede mencionar lo afirmado por Lee y Bozeman (2005) de que “una colaboración particular puede provocar un decremento de la productividad de individuos específicos, aunque un incremento para otros colectivos”. Asimismo, siguiendo las afirmaciones de Pravdic y Oluic-Vukovic (1991) cuando un investigador colabora con otros científicos más productivos tiende a incrementar su productividad personal, mientras que cuando lo hace con científicos de menor productividad puede reducirla.

Todo esto pone de manifiesto lo planteado en otros estudios de que la colaboración no beneficia de igual modo a todas las unidades analizadas (Basu y Aggarwal, 2001). Muchas veces la colaboración tampoco consigue su máximo potencial (Cullen et al, 1999) y aunque ésta puede incrementar la efectividad de la investigación, éstos beneficios no siempre son tan claros (Herbertz y Müller-Hill, 1995; Adams et al, 2005) detectándose casos en los que no se ha observado ningún beneficio (Avkiran, 1997) o incluso se han documentado casos contraproducentes de colaboración científica (Hara et al,



2003). Esto se debe a que la colaboración no siempre garantiza el éxito y es costosa, tanto en el propio desarrollo del trabajo científico como por el aumento del tiempo de aceptación de los documentos para su publicación (Hartley, 2005) dado que es necesario más tiempo para coordinar las revisiones de los documentos entre sus coautores. Por su parte, en un área muy relacionada con Recursos Naturales como es la Ecología, Leimu y Koricheva (2005a) también plantean que la colaboración tiene efectos menores y no siempre positivos sobre los ratios de citación de las publicaciones.

Por áreas, Biología y Biomedicina es el área que muestra una menor proporción de documentos en colaboración internacional, esto también fue observado por Gómez et al (2007), quienes detectaron además que Ciencia de Materiales era el área con más colaboración internacional seguida de Recursos Naturales, tal y como ha sido también observado en este análisis. En consonancia con esto, Royle et al (2007) observaron para los documentos chinos que la colaboración internacional era más importante en las áreas de Ciencia de Materiales y Ciencias Medioambientales que para Ciencias de la Salud. Por otra parte, es interesante destacar que aunque la colaboración internacional es la que presenta más documentos y citas, el mayor incremento en estos dos indicadores en Biología y Biomedicina se ha observado para la colaboración nacional. En lo que respecta al Factor de Impacto y Posición Normalizada, también se encuentran los valores más altos en los documentos en colaboración internacional.

En cuanto a la colaboración entre autores, el promedio de autores por documento (índice de coautoría) es de 6,69 autores por documento, siendo superior al de las otras dos áreas científicas. Asimismo este valor también es superior al 5,35 (valor máximo) observado por Satyanarayana y Ratnakar (1989) para las revistas de Ciencias de la Vida, (aunque este trabajo de Satyanarayana y Ratnakar hace referencia a datos antiguos sugiriendo el incremento en la colaboración a lo largo de los años); y a los observados por Sanz-Casado et al (2002) con 5,9 y por Camí et al (1997) con 4,5 autores por documento.

Es necesario destacar que la presencia de un investigador del área que se ha integrado en un grupo de investigación internacional que firma unos documentos con una gran hiperautoría (más de 100 autores por documento) ha supuesto un incremento notable en el número de centros y autores por documento del conjunto del área desde 2002 y explica parcialmente esta mayor coautoría en los documentos del área de Biología y Biomedicina. Este hecho entronca con las afirmaciones de Cronin (2001a) de que Biomedicina es un área con una mayor tendencia a la hiperautoría, así como el hecho de que en las áreas médicas hay una mayor consolidación del trabajo en colaboración (Sanz-Casado et al, 2002). Los principales países de colaboración en esta área son por este orden Estados Unidos (16%), el Reino Unido (8%), Alemania (7%) y Francia (5%), aunque el porcentaje de las citas que reciben los documentos en colaboración con estos países no responde al porcentaje de documentos, así se tiene que el 16% de los documentos en colaboración con los Estados Unidos reciben el 29% de las citas, el 8% de los

documentos con el Reino Unido reciben el 14% de las citas, el 7% en colaboración con Alemania recibe el 12% de las citas, y el 5% de colaboración con Francia recibe el 7% de las citas, además tanto el Factor de Impacto como la Posición Normalizada de los documentos en colaboración con estos países superan los valores medios del conjunto del área lo que pone de manifiesto los efectos beneficiosos de la colaboración con estos países.

Por su parte, Ciencia de Materiales es el área con mayor porcentaje de documentos en colaboración internacional y en colaboración en general, esto es un aspecto en concordancia con lo sugerido por Royle et al (2007) quienes observaron que los documentos chinos de Ciencia de Materiales tenían más colaboración internacional de la esperada, aunque en nuestro trabajo el 43% de documentos en colaboración obtenidos duplica el 20% de colaboración para los documentos chinos de 2004 en esta temática observado por estos autores.

Los documentos en colaboración internacional son los que más se incrementan en esta área durante el periodo analizado y los documentos en colaboración nacional los que menos. Las citas de los documentos en colaboración internacional también son las que más se incrementan durante todo el periodo analizado, además el ratio de citas por documento de estos documentos es superior al del resto de documentos en colaboración nacional o sin colaboración, aunque su incremento, que es positivo, es ligeramente inferior al de los documentos en colaboración nacional. En cuanto la visibilidad de las revistas de publicación de los documentos, se observa un patrón destacable, mientras que los documentos en colaboración internacional son los que presentan el Factor de Impacto y la Posición Normalizada de sus revistas más altos, su incremento a lo largo del periodo de estudio es menor que el observado para los documentos sin colaboración, los cuales presentan un incremento positivo superior al de los documentos en colaboración internacional.

El área de Ciencia de Materiales presenta una media de 4,85 autores por documento, siendo superior a los 3-4 autores por documento que Sombastompop et al (2007) establecen para los documentos internacionales en esta área científica, y muy similar al obtenido por Mauleón y Bordons (2006) lo que pone de manifiesto la importancia de la colaboración en esta área. Este crecimiento en la colaboración también ha sido destacado por Cahn (2003) para el número de autores que firman los artículos de una revista de Ciencia de Materiales como es *Acta Materialia*.

Al igual que para Biología y Biomedicina, los documentos de Ciencia de Materiales en colaboración internacional también presentan más autores y centros por documento, mostrando además un crecimiento positivo a lo largo del periodo analizado. Finalmente, hay que destacar que los principales países de colaboración en esta área son los mismos que en Biología y Biomedicina pero en diferente orden, el primer país de colaboración es Francia (13%), seguido por Estados Unidos (6%), Alemania (6%) y el Reino Unido (5%), siendo la proporción de las citas superior a la de los documentos

(17%, 11%, 7% y 7% respectivamente), además los valores del Factor de Impacto y la Posición Normalizada media de los documentos en colaboración con estos países son superiores a los observados para el conjunto del área, poniendo nuevamente de manifiesto los efectos beneficios de la colaboración internacional con estos países.

Finalmente, el área de Recursos Naturales también presenta el mayor número de documentos en colaboración internacional, siendo su incremento a lo largo del periodo de estudio el mayor de las tres áreas. Este crecimiento de la colaboración y especialmente de la colaboración internacional también ha sido detectado por otros trabajos para temas afines a Recursos Naturales como las Ciencias Marinas (Suriya y Manimekalai, 1995; Bird, 1997; Hinze, 2001), Ciencias Agrícolas (Faraht, 2002), Oceanografía (Leta y Lewison, 2003), o Ciencias de la Tierra y Medioambientales (Royle et al, 2007 y Bertrand y Côté, 2006). Además, de acuerdo con Jappe (2007) la colaboración científica en Ciencias Medioambientales tiene una motivación extra dado que también está conectada con los lugares de especial interés para la investigación medioambiental (p. ej. islas, desiertos, países con interés medioambiental, etc.).

En lo que respecta al impacto de los documentos, al igual que en las otras dos áreas, los documentos en colaboración internacional son los que presentan el mayor impacto, aspecto que también fue observado por Melo et al (2006) para el área de Limnología. En esta línea, Leimu y Koricheva (2005b) detectaron que los documentos de Ecología con 4 o más autores también presentaban mayor impacto además de tener más posibilidades de ser aceptados para publicación en las revistas de alto impacto.

Los documentos de Recursos Naturales presentan una media de 3,98 autores. Esta media de casi 4 autores por documento general es superior a la observada por Gattuso et al (2005) para los documentos de ecosistemas costeros, los cuales presentaban una media de 3,2 autores por documento, y muy semejante a los 4,2 autores por documento que detectaron Duarte et al (2006) para los documentos de investigación marina españoles. Por otra parte, los documentos en colaboración internacional de Recursos Naturales presentan 4,97 autores en promedio, siendo por tanto superior a la media del conjunto del área y mostrando una evolución positiva.

Cabe destacar el gran incremento en esta área de los documentos sin colaboración, llegando a superar a los documentos en colaboración nacional. En cuanto a la visibilidad de las revistas de publicación (Factor de Impacto y Posición Normalizada), los documentos en colaboración internacional son los que presentan los mayores valores, aunque son los documentos sin colaboración los que más crecen en ambos indicadores pero siempre por debajo de los valores de impacto de la colaboración internacional.

Finalmente, en cuanto a los principales países de colaboración la distribución es la misma que la observada para Biología y Biomedicina, con Estados Unidos como el principal país de colaboración (9%), seguido del Reino Unido (9%), Francia (8%) y Alemania (4%). Esta mayor colaboración de España con

Estados Unidos y el Reino Unido también fue detectada por Dastidar y Ramachandran (2005) para los documentos españoles de Tecnología Oceánica. También en Recursos Naturales los documentos publicados con estos países tienen proporcionalmente más citas (14%, 12%, 9% y 6% respectivamente), así como Factor de Impacto y Posición Normalizada media superiores al conjunto del área, por lo que al igual que las otras dos áreas la colaboración con estos países ofrece los mayores beneficios en términos de impacto y visibilidad.

#### **5.4. Sobre el análisis individual de los investigadores del CSIC**

La comparación entre áreas del comportamiento de los investigadores de las tres áreas debe realizarse teniendo en cuenta que los niveles de producción y citas varían según las disciplinas, sin que estas diferencias tengan una interpretación desde el punto de vista del mayor o menor éxito científico.

De este modo, la mayor productividad individual, entendida ésta como el número de documentos por investigador en el periodo analizado, se observa en Ciencia de Materiales, seguida de Biología y Biomedicina y de Recursos Naturales. Dado que la productividad varía según las disciplinas científicas (Moed, 2005b), en función del tipo de investigación predominante y de sus hábitos de publicación, estas diferencias permiten caracterizar las distintas áreas, pero no realizar comparaciones con fines de evaluación a menos que los indicadores tengan algún tipo de normalización. En este sentido, el uso de indicadores relativos (por ej. CPP/FCSm, CPP/JCSm, Posición Normalizada, etc.) sí permiten comparar a los investigadores de diferentes áreas, aunque es necesario tener en cuenta sus limitaciones para su interpretación correcta. El análisis comparativo de áreas también permite el estudio del comportamiento de los investigadores por categoría profesional, edad o clase científica.

Biología y Biomedicina es el área con mayores valores de densidad de citación tanto en las revistas de publicación (JCSm) como en las disciplinas científicas (FCSm). Este hecho facilita que sean los científicos de estas áreas los que muestran un mayor número de citas e índice h, así como de Factor de Impacto y Posición Normalizada. En esta área se observan también los mayores porcentajes de *Highly Cited Papers*, citas por documento, CPP/FCSm, y JCSm/FCSm, siendo estos últimos valores relativos los que sí permiten efectuar comparaciones entre áreas, poniendo de manifiesto el gran nivel obtenido por los investigadores de esta área. Los investigadores de Ciencia de Materiales son los que presentan los valores intermedios de las tres áreas en todos los indicadores excepto en el número de documentos (que son los primeros) y FCSm y JCSm (siendo los más bajos). Por su parte, los investigadores de Recursos Naturales son los que presentan los valores más bajos en todos los casos con la excepción de los indicadores de FCSm y JCSm (inferiores en Ciencia de Materiales). Hay que destacar que todas estas observaciones a nivel individual son congruentes con lo observado de modo general para cada una de las tres áreas en el análisis meso de los documentos.

#### 5.4.1. Actividad científica por categoría profesional

El estudio de la producción científica atendiendo a la categoría profesional de los científicos muestra que los Profesores de Investigación presentan mayores valores de productividad, citas e índice  $h$  que el resto de categorías científicas en cada una de las áreas. Hay que señalar que estos tres indicadores son los incluidos en la dimensión de producción de acuerdo a la agrupación de indicadores planteada. El incremento de la producción en función de la categoría profesional ya fue observado por Bordons et al (2003) en las áreas de Recursos Naturales y Química del CSIC en el periodo 1994-1999 (en aquel caso documentos CD-ROM). Asimismo Turner y Mairesse (2002) observaron que en el CNRS francés (institución homóloga del CSIC en Francia) los físicos de las categorías más altas presentaban una producción mayor que los de las categorías inferiores.

En cuanto a los indicadores de la dimensión de Impacto observado, en los casos de Ciencia de Materiales y Biología y Biomedicina no se observan diferencias entre ninguna de las tres categorías científicas; mientras que Recursos Naturales es la única área donde los Profesores de Investigación muestran significativamente más Citas por Documento y CPP/FCSm que los investigadores de las otras dos categorías.

En lo que respecta a la dimensión de impacto esperado y visibilidad de las revistas no hay diferencias entre las clases científicas ni en Biología y Biomedicina ni en Ciencia de Materiales, siendo la única excepción, nuevamente, Recursos Naturales donde los Profesores de Investigación presentan valores significativamente más altos que el resto de categorías en su Posición Normalizada y JCSm/FCSm. Este último hallazgo concuerda con las observaciones de Bordons et al (2003) quienes observaron en el área de Recursos Naturales del CSIC que los Profesores de Investigación tendían a publicar en revistas de mayor factor de impacto que los Científicos Titulares, sin que esto sucediera en el área de Química también analizada en dicho estudio. Tampoco en el estudio de Turner y Mairesse (2002), que analizaba el impacto y producción científica de 352 investigadores de Física del CNRS francés, se observó relación entre el estatus profesional de los investigadores y el factor de impacto medio de las revistas de publicación.

Estos datos sugieren que en los procesos de promoción científica se valora más el volumen de producción que otros aspectos ligados al impacto relativo de los documentos o al prestigio de las revistas de publicación. En relación con esto, se ha señalado que en ocasiones los expertos tienden a basar sus juicios de valor en los recuentos brutos de publicaciones más que en el impacto de las mismas, sobre todo si desconocen las subespecialidades de los candidatos (Sonnert, 1995).

En lo que se refiere al CSIC, los resultados obtenidos sugieren que en la progresión en la carrera investigadora juegan un papel primordial indicadores cuantitativos absolutos como son el número de documentos y el número de citas recibidas. Esta situación es similar a la observada por Diamond y Toth (2007) quienes observaron que el número de documentos y de citas eran

factores determinantes para la elección de los presidentes de la Asociación Americana de Economistas, y por Long et al (1993), quienes analizaron el progreso de los doctorandos norteamericanos en bioquímica en diferentes periodos, y detectaron que el número de documentos era más importante para la promoción científica que las citas y la visibilidad de las revistas, planteando la idea de que para la promoción científica el impacto relativo y la visibilidad de la producción jugaban un papel secundario.

De este modo, se plantea que la promoción en la carrera científica en el CSIC tienen un importante componente acumulativo, entendida como acumulación de producción y citas a lo largo del tiempo, tal y como han planteado autores como Merton (1968) o Allison et al (1982), lo cual contribuye a explicar por qué la distribución por categorías científicas de los investigadores tiene también una alta correspondencia con la distribución por edad de los investigadores. De acuerdo con esto, es necesario hacer hincapié en que los valores absolutos del número de documentos y número de citas de un investigador tienen una alta correlación (de hecho se ha probado que pertenecen a la misma dimensión, junto con el índice  $h$ ), pero el que un investigador tenga muchos documentos y muchas citas de modo global no quiere decir que sus documentos tengan un alto impacto en su comunidad científica, aspecto que se refleja más adecuadamente a través del impacto relativo (el impacto medio de los documentos), medido a través de indicadores como el ratio de citas por documento, el porcentaje de *Highly Cited Papers* o el CPP/FCSm.

Todo esto pone de manifiesto el interés de que más dimensiones científicas formen parte la evaluación de los investigadores a nivel individual. Bajo esta premisa, se ha introducido en este trabajo la metodología de clasificación de investigadores, ofreciendo una visión global y multidimensional de la actividad de los investigadores al combinar producción, impacto observado e impacto esperado.

#### **5.4.2. Características de los investigadores por clases científicas**

Atendiendo a la clasificación general de investigadores desarrollada (Clases Top, Media y Baja), los investigadores Top son los que presentan los mejores resultados en los indicadores en las tres dimensiones, seguidos de los investigadores de clase Media y finalmente por los investigadores de clase Baja, observándose diferencias estadísticamente significativas entre todas las clases para todos los indicadores y en las tres áreas científicas. De este modo, se constata que los investigadores de la clase Top son investigadores con un desempeño científico de alto nivel a lo largo del periodo estudiado (al menos en cuanto a la producción científica de la *mainstream science* recogida en la base de datos WOS).

El análisis del comportamiento de los investigadores en función de la clase científica a la que pertenecen (Top, Media y Baja) permite explorar algunas características relativas a su edad, antigüedad en la institución, uso de la información y longitud de la producción científica.

**Edad.** En primer lugar, se ha demostrado que los investigadores de la clase Top son en promedio más jóvenes que los investigadores de las otras clases en todas las áreas, siendo los que presentan los mejores valores en prácticamente todos los indicadores. En relación con esto se puede citar el análisis de Rey-Rocha et al (2006) quienes observaron que los investigadores de más edad del área de Biología y Biomedicina del CSIC tendían a publicar en promedio revistas de menor factor de impacto. Por su parte, Cruz-Castro y Sanz-Menéndez (2007) plantean que los investigadores de las promociones más jóvenes del CSIC presentan un mejor rendimiento científico general frente a los más veteranos, afirmando además que la publicación temprana (especialmente antes de obtener el doctorado) es el factor que mejor explica la producción a lo largo de la carrera, aspecto que además puede ser estimulado de forma favorable por las instituciones y patrocinadores científicos de los investigadores (Reskin, 1977, 1979). Asimismo, estas tesis sobre la importancia de la publicación temprana también son consistentes con las afirmaciones de Dietz y Bozeman (2005) de que los investigadores más precoces en sus publicaciones son los que presentan los niveles más altos de producción a lo largo del tiempo. En esta misma línea Jacob et al (2007) estiman que la excelencia científica se incrementa entre los años 31 y 34, siendo los científicos más exitosos los que presentan más documentos y más citas en sus primeros años de carrera (*“early productivity”*).

Hay que destacar que la mayor juventud de los investigadores Top se observa también cuando se consideran las diferentes categorías profesionales, puesto que dentro de cada categoría profesional los investigadores Top son siempre los más jóvenes. Esto tiene una gran relevancia, dado que por otra parte se ha observado que los Profesores de Investigación tienden a pertenecer a la Clase Top más que las otras dos categorías profesionales; lo cual permite entender que éstos Profesores que son Top son los más jóvenes de su categoría profesional, sucediendo lo mismo para las otras dos categorías.

En este punto hay que destacar, que aunque las tres áreas se ajustan a este patrón, el área de Recursos Naturales presenta un mayor porcentaje de Profesores de Investigación en la clase Top, lo cual está relacionado con las observaciones de que los Profesores de Investigación de esta área presentan diferencias significativas con los Científicos Titulares también en los indicadores de impacto observado y esperado sugiere la idea de que en esta área los investigadores de la categoría más alta siguen estrategias de publicación menos cuantitativamente orientadas, lo que en cierta medida contribuye a mejorar sus indicadores relativos de impacto observado y esperado (reduciendo la cantidad y aumentando el impacto).

También merece la pena mencionar que en el área de Biología y Biomedicina el porcentaje de Científicos Titulares que son Top es mayor que en otras áreas, sugiriendo la idea de que en esta área hay una cantidad considerable de investigadores con un perfil Top que están en una categoría inferior a su capacidad científica. El hecho de que Biología y Biomedicina sea un área muy competitiva explica que solo investigadores con un perfil sobresaliente aprueben las pruebas de acceso a la institución.

Es importante tener en cuenta algunas consideraciones generales relativas al contexto del CSIC para la adecuada interpretación de estos resultados. En este sentido, este estudio muestra un descenso en el número de nuevos ingresos en el CSIC durante los últimos años, lo cual ha aumentado la competencia entre candidatos en las pruebas de acceso, y se acompaña de un incremento en la edad media de ingreso en la institución (Figura 4.55).

Asimismo, durante los últimos años se ha descrito un cambio en la carrera investigadora en el CSIC en particular y en España en general, observándose un incremento en la edad media de acceso a una posición permanente, explicada porque cada vez más tiende a producirse el acceso después de que los candidatos hayan pasado por un periodo posdoctoral en un centro extranjero y/o por unos estadios de contratación como investigadores doctores en centros del país (contratos Ramón y Cajal, Juan de la Cierva, etc.) (Sanz Menéndez, 2003).

De este modo, se pueden sugerir tres razones principales que contribuyen a explicar este fenómeno de la mayor juventud de los investigadores Top aunque su edad de acceso a la institución sea sensiblemente superior a la de los investigadores en épocas pasadas.

- Por la mayor competencia en el acceso a las plazas del CSIC derivada de una menor oferta de plazas, y una mejor formación de los candidatos, siendo cada vez más exigentes los criterios de evaluación (estancias en el extranjero, publicaciones internacionales, experiencia posdoctoral, etc.) para acceder a las mismas.
- Por los cambios experimentados en la carrera investigadora en España, aumentándose los pasos y estadios existentes en la misma.
- Porque los jóvenes se han formado con la cultura de la evaluación, cada vez más establecida también en nuestro propio país.

Por otro lado, en este estudio se observa un importante envejecimiento de la población de investigadores en la plantilla del CSIC, aspecto que también ha sido señalado para los investigadores italianos del CNR (Bonaccorsi y Daraio, 2003b). En este sentido la pirámide de edad pone de manifiesto como a partir de los 40 años existe una carencia de investigadores en comparación con los investigadores de más edad, aspecto que debe ser considerado por parte de la institución de cara a sus perspectivas de desarrollo futuro.

Cabe señalar también que los investigadores contratados por el CSIC (no considerados en este estudio) suponen actualmente un activo importante dentro del personal investigador del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. De hecho, el 24% de los investigadores del CSIC en 2005, según el Plan de Actuación del CSIC 2006-2009 (CSIC, 2006), estaban adscritos a algunos de los programas de contratación de investigadores existentes actualmente en la institución (Ramón y Cajal, Juan de la Cierva, I3P...). Estos investigadores en estadios de contratación posdoctoral tienen una media de



edad de 35 años (Sanz Menéndez, 2003; Cañibano et al, 2008), por lo que la edad media de todo el personal investigador del CSIC, incluyendo aquellos con posiciones no permanentes, será menor a la detectada en este estudio. En este estudio, sólo se ha considerado al personal investigador permanente, pero sin duda sería interesante extender el análisis a este personal contratado y en estadios previos al *tenure*, los cuales realizan una importante labor en la institución.

**Antigüedad en el CSIC.** Otra característica destacable es que los investigadores Top son también los que presentan la menor antigüedad en el CSIC, observándose diferencias significativas entre las tres clases científicas y para las tres áreas analizadas. Además, los investigadores Top son también los investigadores con menos tiempo en la misma categoría profesional, lo que quiere decir que han entrado o han promocionado recientemente en la institución, sugiriendo que la permanencia prolongada en la misma categoría puede tener un efecto desmotivador para la actividad investigadora. Atendiendo a esta observación se plantea que la existencia de mecanismos de promoción y estímulo para los investigadores tiene una importancia capital en su actividad científica, aspecto también sugerido por Bonaccorsi y Daraio (2003b), siendo coherente con las afirmaciones de Allison y Long (1990) de que los investigadores con movilidad hacia arriba (entendida como promoción profesional) tienden a mostrar más documentos y más citas, mientras que los que presentan una movilidad hacia abajo (entendida como estancamiento o incluso descenso en la trayectoria profesional) presentan la tendencia inversa. Esto pone de manifiesto lo afirmado por Tien y Blackburn (1996) de que la promoción tiene un efecto motivador en el éxito y desempeño de la investigación científica, aspecto refrendado por Carayol y Matt (2004a, 2004b) quienes también detectaron que la promoción científica es una variable directamente relacionada con la productividad individual.

**Análisis de referencias.** El análisis del uso de información por parte de los investigadores, realizado a través del análisis de referencias, ha demostrado que las publicaciones de los investigadores Top presentan un mayor número de referencias por documento que las de los investigadores de las otras dos clases en las tres áreas científicas. El mayor número de referencias por documento puede señalar un mejor conocimiento del campo de trabajo (lo cual se ve apoyado por el hecho de que los investigadores Top publican más revisiones), realizando por tanto investigación en temas de amplio interés y situándose en los frentes de investigación de sus respectivos campos de trabajo. Además, los trabajos con más referencias también son frecuentes en las revistas de mayor Factor de Impacto (Biglu, 2008), lo que plantea la importancia de este aspecto a la hora de publicar en dichas revistas.

Algunos autores también han sugerido un mayor impacto de los documentos con más referencias (Steele y Stier, 2000), asociándolo a enfoques más interdisciplinares, lo cual contribuiría a que estos documentos reciban más citas. Se plantea así la hipótesis de que los investigadores Top también podrían estar llevando a cabo investigación más interdisciplinar.

El hecho de que los investigadores Top presenten más referencias en sus documentos también tiene implicaciones desde el punto de vista de las políticas bibliotecarias y de acceso a la información, dado que disponer de herramientas ágiles y adecuadas que faciliten el acceso a una mayor cantidad de trabajos permitiendo a los investigadores formarse mejor y conocer los últimos avances en sus respectivos campos de trabajo cobra una gran importancia para mejorar el desarrollo científico de los investigadores.

**Longitud de los artículos científicos.** En lo que se refiere al análisis de la longitud de los artículos, no se han encontrado diferencias entre las distintas clases científicas. Teniendo en cuenta que las revistas científicas, especialmente las de mayor prestigio, tienen severas restricciones de espacio, ha llevado a algunos investigadores (Im et al, 1998a; Melo et al, 2006) a plantear que el publicar artículos largos podría ser un indicio de calidad dada la alta competición por el espacio dentro de las revista. En este sentido, algunos autores han descrito un mayor número de citas para los documentos de mayor longitud en el área de Ecología (Leimu y Koricheva, 2005b).

Los resultados obtenidos en este estudio no apoyan esta hipótesis, observándose que en términos generales no hay diferencias significativas en la longitud de los documentos según la clase científica.

#### **5.4.3. Evolución de la actividad investigadora con la edad**

El análisis de la producción de los investigadores en función de su edad ha puesto de manifiesto que la visibilidad e impacto de sus documentos tiende a descender con la edad. Este aspecto ha sido sugerido por otros autores (Bayer y Dutton, 1977; Beck y Gáspár, 1991; Levin y Stephan, 1991; Stephan y Levin, 1993; Bonaccorsi y Daraio, 2003b; Avital y Collopy, 2005) planteándose por tanto la existencia de un ciclo de vida (*lyfe cycle*) en la producción científica (Fox, 1983). Hay que destacar que en este estudio este descenso se observa tanto para los indicadores de impacto observado (citas por documento) como de visibilidad de las revistas (Posición Normalizada y Factor de Impacto).

Este descenso del impacto y la visibilidad con la edad se observa de forma especialmente clara en el área de Biología y Biomedicina. El mismo fenómeno se detecta también cuando se analiza la producción en función del número de años en la organización, aspecto que hay que relacionar con la pirámide de edad de los investigadores del CSIC, lo cual sugiere que el CSIC puede verse perjudicado en su impacto y visibilidad si no se establecen planes de rejuvenecimiento de la plantilla científica así como mecanismos de motivación constantes durante toda la carrera científica de los investigadores. En esta línea, cabe destacar que los documentos realizados antes de entrar en el CSIC presentan en términos generales mayores niveles de impacto que los realizados una vez obtenida la plaza en la institución, siendo especialmente los realizados desde el extranjero los que presentan las mayores tasas de citación y visibilidad con diferencias significativas. Éstos documentos realizados en el extranjero se corresponden principalmente con

estancias de los investigadores en otros países (algo que Rey-Rocha et al (2006) han documentado para el caso particular de Biología y Biomedicina), dado que son documentos sensiblemente más antiguos que los ya realizados en España. Esto pone de manifiesto las propiedades beneficiosas de la movilidad de los científicos sobre la producción científica, algo que ya ha sido sugerido por De Filippo et al (2007) en el caso de los investigadores de la Universidad Carlos III de Madrid. Más concretamente, Granadino et al (2005) destacan los beneficios positivos derivados de los programas de *Acciones Integradas* que promueven la movilidad de investigadores y fomentan la colaboración internacional, lo que también han planteado Cañibano et al (2008) para el Programa Ramón y Cajal.

En esta línea también se ha comprobado que los investigadores Top son los que presentan los mayores porcentajes de documentos en el extranjero, sugiriendo la importancia que esta experiencia en centros de otros países tiene para la producción científica de calidad de los investigadores, facilitando la creación de relaciones productivas con investigadores de otros países (Granadino et al, 2005). Los casos de Biología y Biomedicina y Recursos Naturales destacan como las áreas donde sus investigadores han producido más documentos fuera de las fronteras españolas. Específicamente, el área de Recursos Naturales se diferencia de las otras dos en el sentido de que, aunque los Científicos Titulares y los investigadores más jóvenes son los que presentan los mayores porcentajes de documentos en el extranjero, en el caso particular de esta área se observa que también los Investigadores Científicos y los Profesores de Investigación así como los investigadores Sénior presentan considerables porcentajes de documentos en el extranjero. Esto sugiere que el área ha incorporado investigadores con experiencia en el extranjero de todas las edades y para todas sus categorías científicas, mientras que en las otras dos áreas esta incorporación de investigadores con estancias en el extranjero tiende a concentrarse en la categoría de Científico Titular.

Una vez constada esta caída en el impacto y la visibilidad con la edad así como una vez obtenida la plaza en la institución, se sugieren una serie de razones que contribuyen a explicar este hecho:

- Una menor dedicación a la investigación propiamente dicha al aumentar la edad de los investigadores, lo que puede explicarse por su mayor implicación en temas de gestión administrativa, evaluación científica, gestión de proyectos (solicitud de financiación, informes de seguimiento, planificación, etc.), dirección de becarios y doctorandos, etc.
- Una pérdida de motivación. La falta de incentivos puede contribuir a una merma en el rendimiento de los investigadores, especialmente cuando se ha conseguido el máximo estatus (Profesor de Investigación) (Turner y Mairesse, 2002). En este sentido hay que señalar el planteamiento de Cole (1979), según el cual la relación entre la edad y el desempeño científico está más influenciada por los sistemas de recompensas e incentivos que por una pérdida de capacidad productiva con la edad. Una idea similar la han planteado González-Bambrila et al (2007), los cuales

no detectaron descensos en la producción con la edad de los investigadores del Sistema de Investigación Nacional (SIN) mexicano, arguyendo que esto se debe a la creación por parte del SIN de un sistema de incentivos que fomenta la producción durante toda la vida. En esta misma línea Cronin y Meho (2007) sugieren que la creatividad de los investigadores no descende con la edad, sino que se expresa de diferentes maneras, pudiendo ser estimulada a través de la adaptación de las condiciones institucionales y organizaciones donde se realiza la investigación.

- El alto nivel científico (de impacto y visibilidad) de la producción realizada en laboratorios extranjeros de gran prestigio puede verse reducido cuando el investigador se incorpora a nuestro país y encuentra cambios en las infraestructuras, en la organización de la investigación, en el aumento de la burocracia (solicitud de proyectos, obtención de financiación, etc.) así como en el tiempo disponible para la investigación (algo también comentado para el CNR Italiano por Coccia (2007)). También se puede achacar a la posible pérdida de colaboradores extranjeros y, por qué no decirlo, a la pérdida del prestigio otorgado por el centro extranjero como lugar de trabajo (efecto halo).
- La reducción del tiempo dedicado a la investigación para poner en marcha un grupo de investigación propio. En esta línea, los investigadores jóvenes que provienen de otros centros e instituciones, especialmente del extranjero, es frecuente que deseen establecer sus propios grupos y líneas de investigación al incorporarse al CSIC, lo que lastra su actividad investigadora dado que necesitan dedicar grandes cantidades de tiempo y esfuerzo a obtener recursos para la investigación (Etzkowitz, 1992). Este aspecto ha sido destacado por Rey-Rocha et al (2006) para el área de Biología y Biomedicina, donde los investigadores que acceden a una plaza en el CSIC provenientes de centros extranjeros no se integran en los grupos ya consolidados en la institución sino que deciden establecer su propia línea de investigación y formar un nuevo equipo. En cierto modo, nuestros resultados corroboran la afirmación de Rey Rocha de que éstos investigadores recién incorporados al CSIC procedentes de centros extranjeros encuentran limitaciones a la hora de establecer sus propios grupos acusando por tanto un descenso en el impacto de sus documentos. Este aspecto debe ser tenido en cuenta por el CSIC a la hora de convertir a la institución en un destino atractivo para investigadores eminentes de otros países (los cuales no necesariamente querrían incorporarse a grupos ya consolidados en el CSIC). Sin embargo, también hay que subrayar que entre los objetivos del CSIC en su Plan de Actuación 2006-2009 (CSIC, 2006) se menciona la importancia de fomentar los grupos de investigación de cierto tamaño para facilitar sinergias y aumentar la capacidad de los grupos para afrontar investigaciones de mayor envergadura. Desde este punto de vista, sería recomendable que los investigadores más jóvenes recién incorporados al CSIC interactuasen con los grupos ya consolidados en la institución para optimizar los recursos disponibles (aspecto también mencionado por Rey-Rocha et al 2006).

Todo esto pone de manifiesto el importante papel de las instituciones a la hora de incentivar a sus investigadores y estimular la actividad investigadora (Crane, 1965; Allison y Long, 1990; Carayol y Matt, 2004a), dado que tanto los investigadores individuales como sus grupos de investigación se ven fuertemente influenciados por la filosofía de trabajo, el entorno y la organización de sus instituciones. En este sentido, una buena gestión de la política científica y de las diferentes unidades de trabajo tiene una gran influencia sobre el trabajo científico de los grupos de investigación (Chawla y Singh, 1998), aspecto que se ve reafirmado por Lazega et al (2006) quienes afirman que los aspectos sociales, organizativos y corporativos tienen incluso más importancia que las características individuales en la actividad científica. Por su parte Hermanowicz (2007), en un análisis de las carreras investigadoras de 60 investigadores de Física en los Estados Unidos, detectó que cuando los investigadores conseguían el empleo en su institución adaptaban sus niveles de productividad al nuevo contexto, algo que ya había sido manifestado también por Long y McGinnings (1981). Asimismo, Gaston (1970), comparando los sistemas de recompensa en los contextos americano y británico, detectó que en el británico, al haber menos competición, por las menores posibilidades de ascenso profesional, la productividad se veía menos estimulada que en el sistema americano. Además, los cambios políticos y sociales de cada país también influyen los hábitos de publicación de sus investigadores (Haveman, 1996), por lo que en definitiva es importante que tanto en España en general, como en sus distintas instituciones y, en particular en el CSIC, exista una adecuada gestión científica así como un sistemas de recompensas que estimule tanto el talento como la tenacidad (Huber, 2001), entendida esta última como la productividad mantenida durante toda la vida productiva de los científicos.

#### **5.4.4. Posición de firma de los investigadores**

El orden en que los autores firman en los documentos es un aspecto de gran interés en los análisis bibliométricos (Egghe et al, 2002), aunque debe ser analizado con precaución, dado que éste responde a distintos criterios según las disciplinas, e incluso puede haber diferencias según los centros o los grupos. En algunas disciplinas impera el orden alfabético (por ej. matemáticas o economía) (Mauleón y Bordons, 2007; Engers et al, 1999), mientras que en otras el orden responde al grado de contribución de los distintos autores a la elaboración del trabajo (por ej. biología o agricultura). En las disciplinas en que existe unos hábitos de firma reconocidos, el análisis de la posición de firma de los autores es muy interesante, porque aporta información sobre el rol que los investigadores juegan en la realización del trabajo (Hoen et al, 1998).

La convención más aceptada en gran parte de las ciencias experimentales es que las posiciones de mayor importancia son la primera y la última (Zuckerman, 1968). En un estudio en el área de biomedicina, Shapiro et al (1994) establecieron que los autores que firmaban en primera posición eran los que habían concebido inicialmente los trabajos, quienes los habían diseñado, obtenido los recursos necesarios, recogido los datos, realizado su

análisis e interpretación así como escrito los primeros borradores; mientras que en lo que respecta a los autores en última posición, aunque generalmente contribuían más que otros autores de posiciones más intermedias, resultaban más inconsistentes en la extensión y participación real de sus contribuciones, aunque Beveridge y Morris (2007) mostraron que éstos tienen un papel más de liderazgo y supervisión de los trabajos. Según Moed (2000), en el campo de la biomedicina la convención de firma responde a que el primer autor ha llevado a cabo el trabajo experimental supervisado por el último.

Otro dato que apoya la importancia de la mayor contribución a los documentos del primer autor es que en cerca del 87% de los documentos, el primer autor coincide con el autor de correspondencia (Costas e Iribarren-Maestro, 2007). De acuerdo con esto, y aunque debe tenerse en cuenta que la variabilidad en los hábitos de firma incluso entre grupos de una misma disciplina hace difícil extraer conclusiones definitivas, si se tiene en cuenta el planteamiento de Royle et al (2007) de que el autor de correspondencia suele ser el que mayor esfuerzo ha realizado en la investigación, sugiere una conexión entre el primer autor, el autor de correspondencia y la responsabilidad del contenido y desarrollo de los trabajos.

En este trabajo, la estructuración de la posición de firma de los artículos queda plasmada en el hecho de que se han encontrado patrones muy evidentes para las tres áreas por categoría científica (algo también detectado por Bordons et al (2005) para las ocho áreas del CSIC) y por edad, pero no por clase científica. Dicho en otras palabras, los criterios que rigen en el debate de la posición de firma de los documentos hacen más referencia a la categoría profesional y a la edad de los investigadores que a otros criterios como su prestigio en términos de clase científica.

El patrón detectado es que los investigadores más jóvenes y/o en las categorías científicas inferiores tienden a firmar significativamente más en primera posición que en última; mientras que los investigadores veteranos o de las categorías superiores tienden a firmar proporcionalmente más en última posición, por lo que se entiende que los primeros hacen la mayor contribución a los trabajos y los últimos son los que la lideran y supervisan. Estos resultados son congruentes con los análisis de Davis y Wilson (2001), quienes detectaron que los investigadores elite de oftalmología australianos tenían entre un tercio y tres cuartos de su producción como últimos autores presentando muy poca como primeros autores; así como con los de Liang et al (2004), quienes observaron un patrón de firma similar para los doctorandos chinos y sus directores, firmando los estudiantes en primer lugar y sus directores en última posición.

En el presente estudio, se observa en todas las áreas que los investigadores tienden a firmar entre el 40-50% de su producción en posición intermedia, independientemente de la edad. En lo que respecta al resto de sus documentos, la firma en primera posición es la que predomina entre los más jóvenes, sobre todo hasta los 36 (Biología y Biomedicina) o 38 años (Recursos Naturales y Ciencia de Materiales), edad a partir de la cual

empieza a ser más frecuente la firma en última posición que en primera. Este cambio es especialmente drástico en el caso de Biología y Biomedicina, de forma que los investigadores con más de 40 años firman en primera posición menos del 10% de su producción, porcentaje que es algo superior para Ciencia de Materiales, y sobre todo para Recursos Naturales. Estos datos indicarían que a partir de los 36-38 años, los investigadores tienden a adoptar un papel de supervisor de otros investigadores más jóvenes con los que colaboran en la investigación.

En definitiva, se observa que los investigadores cuando obtienen sus plazas en la organización y aumentan en edad, tienden a cambiar con el tiempo su posición de firma, lo cual refleja cambios en los roles de los investigadores en el trabajo científico a medida que aumenta su experiencia y permanencia en el organismo.

#### **5.4.5. Colaboración científica a nivel individual**

La colaboración científica se estudia generalmente en la literatura desde el punto de vista de los documentos, sin atender frecuentemente a los autores que están detrás de dichos documentos (Schmoch y Schubert, 2008), pero el análisis de los efectos de la colaboración a este nivel tiene gran interés para conocer su efecto sobre el impacto y la visibilidad de los documentos desde una perspectiva individual.

A nivel individual se ha comprobado como los investigadores Top presentan el mayor número de autores y centros por documento. En lo que se refiere a las tasas de colaboración, no se observan diferencias significativas por clase científica en el porcentaje de documentos en colaboración, pero sí en el porcentaje de documentos en colaboración internacional, la cual tiende a disminuir desde la clase Top hasta la Baja en Recursos Naturales y en Ciencia de Materiales, mientras que en Biología apenas se observan diferencias entre las clases Top y Media, aunque éstas sí muestran más colaboración internacional que la Clase Baja. Por otra parte, son los investigadores de Clase Baja los que presentan los mayores porcentajes de documentos en colaboración nacional o sin ningún tipo de colaboración institucional.

Atendiendo a esto, los resultados sugieren una relación estrecha entre la colaboración internacional y la clase científica Top, mientras que la colaboración nacional y los documentos sin colaboración se relacionan más con la Clase Baja, lo que también lleva a pensar que los investigadores de Clase Baja pueden desarrollar temas de investigación con una mayor orientación nacional.

En cualquier caso, esta menor colaboración de los investigadores de la Clase Baja también corrobora lo afirmado por Rey-Rocha et al (2002) de que los investigadores que no pertenecen a grupos consolidados y que por tanto presentan una menor colaboración en sus documentos (como se ha visto que efectivamente sucede para los documentos de los investigadores de la Clase Baja), tienen más dificultades a la hora de publicar en revistas internacionales

y menos posibilidades de promoción profesional. Además, la colaboración internacional es una característica íntimamente ligada a los grupos de investigación que tienen un mayor grado de consolidación, tal y como han sugerido Martín Sempere et al (2002).

Por áreas, los perfiles generales de colaboración establecidos para el conjunto de los documentos también se observan a nivel individual. En este sentido, Biología y Biomedicina es el área donde los investigadores presentan mayor número de autores por documento, lo que hace pensar en grupos más grandes de investigación, lo cual también puede contribuir a explicar la mayor producción absoluta de sus miembros. En esta línea, Rey-Rocha et al (2006) estiman que los grupos de investigación del área de Biología y Biomedicina del CSIC tienen en torno a 8 miembros, lo cual entronca con los 6,69 autores por documento observados en este trabajo, dado que según los resultados de estos autores, en promedio al menos 6,5 miembros de estos 8 son científicos permanentes e investigadores pre y posdoctorales que serían los firmantes potenciales de los documentos, entendiéndose con esto que hay miembros con tareas más técnicas que no firman regularmente los documentos producidos por el grupo.

Por otra parte, el mayor número de autores por documento de Biología y Biomedicina contrasta con el hecho de que los investigadores de Ciencia de Materiales presentan el mismo nivel de coautores diferentes que en Biología y Biomedicina (siendo ambas áreas de tamaño similar en lo que a número de documentos se refiere). Si además analizamos los mapas de colaboración entre investigadores, se pone de manifiesto que los investigadores de Ciencia de Materiales tienen más enlaces entre investigadores diferentes que los de Biología y Biomedicina (7 vs 4 *k-cores*). Este fenómeno se puede atribuir a diferentes estilos de colaboración, donde los investigadores de Biología y Biomedicina presentan colaboración en grupos más estables y homogéneos, por lo que el número de autores diferentes de un documento a otro es menor (y por ello tienen un menor número de coautores diferentes), mientras que la colaboración en Ciencia de Materiales, aunque en promedio tiene menos autores por documento, presenta una variación mayor de coautores diferentes de un documento a otro (y por ello tienen un alto número de coautores diferentes), lo que sería indicativo de una colaboración más especializada donde expertos de diferentes especialidades se unen eventualmente para proyectos concretos. Este resultado también tiene consistencia con el hecho de que los investigadores de Biología y Biomedicina son los que presentan los menores porcentajes de documentos en colaboración internacional, al contrario que los de Ciencia de Materiales que presentan por un lado ratios de centros por documento similares a los de Biología y Biomedicina (aunque con menos autores) y los mayores ratios de colaboración internacional, lo que plantea de nuevo que la colaboración en Biología y Biomedicina responden a un trabajo en grupo más estable y de centros más cercanos (de ahí también el mayor porcentaje de documentos en colaboración nacional), mientras que Ciencia de Materiales practica una colaboración donde concurren actores más diferenciados (diferentes países, diferentes centros) aunque menos numerosos.



Estas observaciones ponen de relieve la importancia que tienen los diferentes tipos de colaboración (Jiang, 2008). En este sentido, Hara et al (2003) establecen dos tipos diferentes de colaboración, por un lado la “colaboración integradora”, con miembros más cercanos e integrados en la cual se podría enmarcar a los investigadores de Biología y Biomedicina; y por otro lado una “colaboración complementaria”, donde los investigadores buscan en la colaboración una complementariedad a su trabajo, donde se podría enclavar la colaboración de los investigadores de Ciencia de Materiales.

Otra explicación para este hecho es que los investigadores de Ciencia de Materiales estén en grupos con un grado de consolidación menor que los de Biología y Biomedicina, y que por ello cambien más de coautores en sus documentos. También hay que resaltar que los resultados relativos al porcentaje de colaboración y de colaboración internacional para los investigadores del área de Ciencia de Materiales concuerdan con los detectados por Mauleón y Bordons (2006) (aunque para los documentos recogidos en el CD-ROM) con valores entre 35,77~35,75 para el porcentaje de documentos en colaboración internacional y 62,07~62,05 para el porcentaje de documentos en colaboración total.

Finalmente, hay que mencionar que la colaboración en Recursos Naturales responde principalmente a una orientación sectorial y por especializaciones temáticas, tanto de investigadores como de centros, observándose una concentración de la colaboración destacable en los centros con orientación de investigación marina, de ciencias de la tierra y de ecología.

#### **5.4.6. Producción directa e indirecta de centros: análisis *Bottom-up***

A partir del estudio de la producción de los investigadores individuales es posible la agregación de los datos en niveles superiores como son los centros o las áreas, aunque también sería posible el estudio de grupos o departamentos, así como de cualquier otro colectivo de investigadores.

El análisis de centros llevado a cabo en este trabajo ha puesto de manifiesto un valor añadido de los estudios a nivel micro, proporcionando una información adicional que no se presenta generalmente en los estudios de centros realizados desde perspectivas *Top-Down*, como es el conocimiento de lo que se ha denominado “producción indirecta” de los centros de investigación. El análisis de esta producción indirecta está en línea con la sugerencia de Allison y Long (1987) de que los centros de destino de los investigadores se ven beneficiados en su prestigio por la producción previa de dichos investigadores. Desde este punto de vista, se considera que los centros de investigación e instituciones se ven favorecidas en su visibilidad actual por la producción de sus investigadores antes de ingresar en la institución, dado que aunque en dicha producción no aparezca consignada la institución actual, el nombre del investigador se asocia a la misma, y con ello el reconocimiento alcanzado por dicho investigador en la comunidad científica de su especialidad.

Un resultado llamativo es que para este análisis el centro con más documentos en Biología y Biomedicina es el Centro de Investigaciones Biológicas, lo cual contrasta con los datos de Gómez et al (2007), quienes observan que en el periodo 2000-2006 es el Centro Biología Molecular el que tiene más documentos, y en cierto modo, en este estudio se llegaría a la misma conclusión si únicamente se atendiese a su producción real, sin embargo cuando se analiza la producción Total (considerando la producción directa y la indirecta) se obtiene que es el Centro de Investigaciones Biológicas el centro más destacado. De acuerdo con esto, algunos centros cambiarían de posición en las diferentes áreas si únicamente se considerase su producción real (p. ej. el Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas se vería superado por el Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros; el Instituto de Ciencia de Materiales de Sevilla se vería superado por el Instituto de Cerámica y Vidrio; el Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados se vería superado por el Instituto de Investigaciones Marinas y por el Centro de Estudios Avanzados de Blanes), por lo que este tipo de análisis (*Bottom-up*) demuestra como algunos centros ven aumentada su visibilidad cuando se considera toda la producción de sus investigadores, lo que permite un análisis de los centros más completa.

Teniendo en cuenta lo afirmado anteriormente, se observa que los centros de Biología y Biomedicina son los que presentan mayores valores de producción indirecta, lo que apoya la idea de que estamos ante un área altamente competitiva, que incorpora investigadores con una sólida trayectoria previa y con experiencia en centros externos al CSIC, frecuentemente extranjeros.

Este tipo de análisis de centros (o de cualquier otro agregado superior) presenta una serie de ventajas sobre los estudios *Top-Down*:

- Los análisis *Bottom-up* permiten conocer la potencialidad de los centros de nueva creación a través de la consideración de la producción previa de los investigadores que entran a formar parte de los mismos, siendo posible conocer el nivel de producción que el centro estaría en condiciones de alcanzar atendiendo a sus investigadores. En relación con esto, se ha observado como centros que han sido creados recientemente como es el Instituto de Biomedicina de Valencia se pueden analizar desde su potencialidad, es decir, considerando los documentos que sus investigadores han realizado en otros centros antes de entrar a formar parte del mismo, aspecto que no sería posible desde el análisis *Top-Down* a partir de la producción real de dicho centro.
- Este tipo de estudios permite el análisis de la productividad de los centros al poderse normalizar el número de documentos de un centro en función del número de investigadores que los han realizado.
- Es posible conocer la visibilidad indirecta de los centros a través del análisis de las revistas de publicación y las citas recibidas por la producción indirecta de los diferentes centros.

- Para el caso concreto del CSIC presenta la ventaja de que permite estudiar mejor a los centros mixtos, los cuales generalmente se enmarcan en Facultades y Escuelas de las Universidades y en ocasiones no es posible distinguir si los documentos han sido realizados por el centro mixto del CSIC o sólo por la universidad.

Finalmente, hay que tener en cuenta que en este análisis se ha considerado como producción real de los centros únicamente aquella realizada por los investigadores permanentes y en la que aparecía dicho centro en el *address* de los documentos. Sin embargo, si se partiese de la producción individual de todos los actores que realizan investigación en dichos centros (investigadores contratados, personal predoctoral, etc.) sería posible obtener un elemento adicional en la valoración de los centros del CSIC, poniendo de relieve el importante papel que este personal juega en la institución.

### 5.5. Líneas de desarrollo futuro

Tras la realización de este estudio se derivan varias líneas de trabajo con posibilidades de ser desarrolladas en el futuro.

#### - *Mejoras de la Metodología*

En primer lugar, la mejora más destacable sería la de incluir más dimensiones en el análisis. Entre ellas se puede destacar las siguientes: a) la dimensión de la producción con orientación nacional (producción en revistas nacionales, libros y capítulos de libros, y en general en fuentes no recogidas en las bases de datos de Thomson-ISI cuya utilidad y validez ya han sido puestas de relieve por Butler y Visser, 2006); b) dimensión relacionada con las actividades de innovación (patentes, relación con la industria, etc); c) dimensión de formación (dirección de Tesis y formación de doctorandos), etc. Estas dimensiones aportarían información complementaria de gran valor. Además, la inclusión de datos de input tal y como recomiendan Bonaccorsi y Daraio (2003a) favorecería el poder relativizar los análisis de forma más adecuada.

Asimismo, teniendo en cuenta la estructura actual de la metodología, organizada en tres dimensiones generales relativas al rendimiento de los investigadores, sería posible realizar una ponderación de la misma en función de los diferentes intereses y objetivos de la evaluación.

Por otra parte, la creación de una base datos permanente con los datos de los investigadores representaría una herramienta de un gran valor para la gestión de la investigación en el CSIC. Además, la convergencia con sistemas ya existentes como es el caso de \_CIENTIFICA en la Universidad de Granada (Torres Salinas, 2007) actualmente utilizada por la Oficina de Cooperación Universitaria (OCU) y por algunas universidades españolas para su gestión científica como las Universidades de Navarra y La Rioja, encontraría un marco perfecto de integración para esta Metodología. Por otro lado, iniciativas como el Currículum Vitae Normalizado (<http://cv.normalizado.org/>) o el Sistema de Información Científica de

*Andalucía* (SICA), los cuales recogen información completa de los científicos a nivel individual, podrían encontrar en esta Metodología una propuesta de explotación de gran utilidad, no sólo para la gestión y evaluación científica, sino también para el mejor y mayor conocimiento del comportamiento de los distintos colectivos de investigadores.

- *Análisis de áreas científicas.*

En este trabajo se han analizado tres de las ocho áreas científicas en las que actualmente se estructura el CSIC, sin embargo se destaca el interés de disponer de información como la presentada en este trabajo para todos investigadores de todas las áreas del organismo. Asimismo, también se plantea el interés de ampliar el estudio ya no sólo a los investigadores en plantilla, sino también a todo el personal científico del CSIC, incluyendo becarios predoctorales, becarios post-doctorales, investigadores contratados, etc., de este modo se tendría una imagen completa de la producción real y del potencial investigador actual del CSIC.

De igual manera, la profundización en el análisis *Bottom-up* de los diferentes agregados de la institución (grupos de investigación, departamentos, centros, etc.) permitiría obtener una información de gran valor a nivel meso y macro que no es posible obtener a través de los estudios *Top-down*.

- *Análisis individual*

En cuanto al análisis individual de los datos actualmente disponibles su explotación y análisis todavía está abierto a múltiples opciones, lo cual pone de manifiesto la gran riqueza de la información proporcionada y de los datos disponibles.

En este sentido, se plantea el gran interés de analizar algunos aspectos como la interdisciplinariedad o el papel de los investigadores en las redes sociales de sus disciplinas. El estudio de la interdisciplinariedad tiene gran relevancia (Morillo et al, 2001, 2003; Porter et al, 2006, 2007; Rinia et al, 2001, 2002) y aunque ha sido poco abordado a nivel individual y presenta problemas incluso en su definición y delimitación (Aram, 2004), permitiría profundizar en los beneficios de la interdisciplinariedad en la actividad de los científicos. En lo que se refiere al análisis de los investigadores desde el punto de vista de las redes sociales, sería interesante profundizar en el estudio de sus roles y posiciones en sus redes de trabajo y sus contextos sociales (Bollen et al, 2006), así como en la asignación de los mismos a grupos de investigación y el estudio de sus entornos y redes sociales (Yoshikane et al, 2006).

- *Análisis cualitativos y de los determinantes del éxito científico*

Otra posibilidad de análisis que no ha sido contemplada en este trabajo y de potencial desarrollo en el futuro, sería la inclusión de datos cualitativos procedentes de los propios investigadores, obtenidos a través de encuestas o cuestionarios para obtener una perspectiva más amplia de análisis y entendimiento global de los resultados.

En este sentido, conjuntamente con el desarrollo anterior, también se plantea la importancia de profundizar en los determinantes del éxito y logro científicos en aspectos como los sugeridos por Laherrère y Somette (1998) relacionados con las habilidades de los investigadores para seleccionar los problemas de investigación y trabajar en los mismos, sus habilidades para crear o pertenecer a grupos de investigación, ser capaces de reconocer resultados valiosos y las capacidades para escribir artículos claros y amenos así como para publicitarlos. El mejor entendimiento de estos aspectos dotará a las organizaciones e instituciones científicas de mejores herramientas a la hora de llevar a cabo sus políticas de desarrollo futuro de forma general, además de permitir entender a los propios investigadores cuales son las claves para llevar a cabo la investigación de mayor calidad, permitiendo una optimización de los recursos y sus esfuerzos.

- *Análisis de indicadores bibliométricos*

Finalmente, desde el punto de vista bibliométrico, el análisis y la profundización en algunos de los aspectos más destacados de esta investigación puede contribuir a un mejor entendimiento de la validez de los indicadores bibliométricos en diversos niveles, además de proporcionar nuevas perspectivas sobre su utilidad. En este sentido, aspectos como la influencia de la colaboración científica a nivel individual requeriría un análisis detallado, especialmente desde la perspectiva de los beneficios que los investigadores obtienen o no a través de ella, tratando de determinar quiénes son los investigadores más beneficiados por la actividad en colaboración, si existen estrategias más beneficiosas que otras, etc.



## **Capítulo 6. CONCLUSIONES**

## **6. CONCLUSIONES**

### **6.1. Sobre los análisis bibliométricos a nivel micro**

1. Los indicadores bibliométricos juegan un papel destacado en la evaluación de los investigadores, proporcionando información de gran validez para la asistencia a los expertos y gestores en sus tareas de evaluación científica a nivel micro.
2. En España la evaluación individual juega un papel central, como así lo demuestra el reconocimiento de los denominados sexenios a través de la CNEAI, entre otros procesos de evaluación. Aunque actualmente se demanda una mayor orientación hacia la evaluación de grupos, la evaluación de individuos continúa jugando un papel de gran relevancia en el panorama científico español.
3. Para el caso concreto del CSIC, su papel como mayor Organismo Público de Investigación, así como su nuevo estatus de Agencia estatal, demandan métodos transparentes, objetivos y eficaces de evaluación científica, donde los indicadores y técnicas bibliométricas juegan un papel indiscutible.
4. Para el correcto uso de los indicadores bibliométricos a nivel individual es crucial conocer sus limitaciones.

### **6.2. Sobre la metodología de análisis desarrollada**

5. La metodología desarrollada para la clasificación de los investigadores de acuerdo con su perfil bibliométrico presenta tres ventajas cruciales: completitud de los datos, multidimensionalidad en los análisis y la simplicidad en su uso e interpretación. El hecho de que sea difícil de manipular evita que los investigadores modifiquen sus conductas, promoviendo de este modo buenos hábitos de publicación.
6. La metodología descrita permite el desarrollo de estudios tanto con finalidad evaluativa como descriptiva; sirviendo como herramienta de apoyo a los expertos en los procesos de evaluación científica de individuos, y también como herramienta informativa para los propios investigadores o gestores científicos, permitiéndoles conocer sus principales fortalezas y debilidades.
7. La metodología no está exenta de limitaciones, como es su necesidad de actualización permanente o la no inclusión de todas las dimensiones relacionadas con la actividad científica. En cualquier caso, los expertos pueden ponderar y valorar la importancia de las dimensiones analizadas y combinarlas con otra información de acuerdo a los objetivos de cada evaluación, y reducir así los efectos negativos de sus limitaciones.



### **6.3 Sobre la producción general de las áreas del CSIC**

8. Hay un escaso solapamiento de documentos entre las tres áreas analizadas, observándose tasas muy bajas de colaboración entre investigadores de distintas áreas.
9. Aunque el crecimiento positivo de las tres áreas está por debajo del crecimiento descrito para la producción tanto del conjunto del CSIC como del conjunto de España, el que este trabajo considere la producción de un número fijo de científicos limita el valor de dicha comparación (el número de investigadores para el conjunto de España es variable). Sin embargo, la producción de conjunto de España (considerando un número variable de investigadores) también presenta un crecimiento más rápido que el conjunto del CSIC, lo cual se relaciona con los nuevos requisitos de acreditación establecidos recientemente por la ANECA para el profesorado universitario, los cuales promocionan la publicación de trabajos en revistas recogidas en el JCR.
10. La producción de las tres áreas del CSIC concentra un porcentaje de citas superior al porcentaje que representan sus documentos, es decir, que el impacto de las áreas es más alto que el observado para el conjunto del país. Considerando las principales disciplinas de publicación, los científicos de las tres áreas del CSIC tienden a publicar en “mejores revistas” y recibir más citas que los documentos del conjunto de España en las mismas disciplinas científicas. Además, se ha observado un crecimiento positivo en la evolución del impacto observado así como en las medidas basadas en la visibilidad de las revistas.
11. El idioma de publicación predominante en las tres áreas es el inglés, y el tipo documental es el artículo. Los documentos en lengua española se relacionan con la presencia de revistas españolas recogidas en la base de datos *Web of Science*. Esto es especialmente claro para Ciencia de Materiales la cual presenta alrededor del 3% de trabajos en revistas españolas y escritos en castellano.
12. Cerca del 70% de los documentos muestran colaboración entre dos o más centros, mientras que la participación de centros extranjeros se encuentra en 1/3 de los trabajos. La colaboración científica se relaciona con un mayor impacto y visibilidad de los documentos, observándose los mayores beneficios para los documentos en colaboración internacional y sobre todo para los realizados con países de América del Norte.
13. Los indicadores utilizados permiten descubrir tres áreas científicas en diferentes estadios de desarrollo. Biología y Biomedicina es el área con el mayor desarrollo científico en prácticamente todos los indicadores analizados: su contribución a la ciencia española está por encima de la media del país en muchas disciplinas, concentran una gran proporción de citas, los científicos publican en revistas de alto impacto en sus subdisciplinas y los documentos reciben más citas que la media de sus campos de especialización. Sin embargo esta es el área que presenta el

crecimiento más lento de las tres, a veces incluso negativo, lo cual sugiere cierto punto de saturación en el desarrollo del área.

14. Recursos Naturales es un área en pleno desarrollo. Muestra los mayores ratios de crecimiento en producción, visibilidad de las revistas de publicación e impacto observado durante el periodo de estudio. Sin embargo sus revistas de publicación están ligeramente por debajo del impacto de sus campos de trabajo y sus documentos reciben menos citas que la media de sus disciplinas de publicación ( $CPP/FCSm < 1$ ), aunque su crecimiento es positivo y rápido en ambos aspectos. Además, esta área también presenta el mayor crecimiento en el número de documentos en colaboración internacional.
15. Ciencia de Materiales muestra una situación intermedia entre las otras dos áreas. Sus documentos tienden a publicarse en revistas de alto impacto dentro de sus subcampos y reciben más citas que su referencia internacional ( $CPP/FCSm > 1$ ). Asimismo, presenta ratios de crecimiento positivos tanto en producción como en impacto pero estos ratios son menores a los descritos para Recursos Naturales. Se ha detectado también un incremento significativo en la actividad con colaboradores internacionales.
16. Se han establecido algunas diferencias en los patrones de colaboración según las áreas. En este sentido, Biología y Biomedicina presenta el porcentaje más bajo de colaboración internacional y muestra una colaboración más fuerte con América del Norte; por su parte Ciencia de Materiales presenta el porcentaje más alto de colaboración internacional, y una alta actividad relativa con América Latina. Por países, los Estados Unidos es el principal colaborador en los documentos de Biología y Biomedicina y Recursos Naturales, mientras que Francia lo es en Ciencia de Materiales.
17. Recursos Naturales se caracteriza por un mayor nivel de interdisciplinariedad en comparación con las otras dos áreas, como muestra la mayor dispersión de sus documentos por revistas y disciplinas científicas.

#### **6.4. Sobre el análisis individual de los investigadores del CSIC**

18. Se observa un envejecimiento de la población de investigadores con plaza permanente en el CSIC que podría representar una amenaza para el futuro de la institución y al que ha contribuido un descenso en la oferta de nuevas plazas en el CSIC durante los últimos años. Se describe un alargamiento del periodo posdoctoral previo a la obtención de una plaza fija en la institución y un incremento en la edad de obtención de dicha plaza. En este sentido, es importante para el CSIC atraer científicos jóvenes y bien cualificados para mantener e incluso mejorar en el futuro el papel de la institución en la comunidad nacional e internacional.

19. La progresión de los científicos en la carrera profesional parece responder más a criterios cuantitativos que a cualitativos. Así, hay diferencias entre las categorías profesionales en cuanto al número de publicación, el número de citas y el índice h, mientras que no hay diferencias en cuanto a los indicadores de las dimensiones de impacto observado e impacto esperado. La única excepción es Recursos Naturales, donde los Profesores de Investigación también presentan mejores valores que los Científicos Titulares en los indicadores de impacto y visibilidad.
20. El impacto y la visibilidad de los investigadores tiende a decrecer con la edad en las tres áreas. La influencia de diferentes factores como la mayor implicación en gestión o en ciencia aplicada, y la ausencia de un adecuado sistema de incentivos, entre otras, son posibles explicaciones de este patrón.
21. Se observa un mayor impacto y visibilidad de las publicaciones de los científicos antes de entrar en el CSIC que se relaciona con su producción en laboratorios extranjeros de alto prestigio como parte de su actividad posdoctoral.
22. En las tres áreas analizadas, la posición de firma de los investigadores en los documentos está claramente relacionada con su estatus profesional y su edad. En este sentido los investigadores más jóvenes y/o en las categorías profesionales más bajas firman más frecuentemente en primera posición, mientras que los investigadores más veteranos o en categorías profesionales más altas firman más frecuentemente en última posición.
23. Se ha descrito un cambio en la posición de firma a medida que los investigadores envejecen. Entre los 36 y 39 años, dependiendo de las áreas, los investigadores empiezan a tener más probabilidades de aparecer firmando como último autor que como primero, por lo que se establece que éstos van cambiando sus roles en la producción de nuevo conocimiento con el paso del tiempo.
24. Existe relación entre la categoría profesional de los investigadores y su clase científica (Top, Media y Baja): los Profesores de Investigación pertenecen con más frecuencia a la Clase Top, mientras que los Científicos Titulares son más frecuentemente Clase Baja. Sin embargo se encuentran discrepancias destacables, como es el caso de Biología y Biomedicina donde hay un importante porcentaje de Científicos Titulares que son investigadores Top. La mejor conciliación entre categoría profesional y clase científica se da en Recursos Naturales donde el porcentaje de Profesores de Investigación que son Clase Top es más alto que en las otras dos áreas.
25. Los investigadores Top son los investigadores más jóvenes y los que presentan la menor antigüedad dentro de cada categoría. En el otro extremo, los investigadores de Clase Baja son los de más edad y

también los que presentan la mayor permanencia en la misma categoría científica. Estos resultados ponen de manifiesto la necesidad de establecer políticas de incentivo y estímulo de la actividad científica durante toda la carrera científica de los investigadores.

26. La longitud de los artículos (medida a través del número de páginas de los documentos) no presenta diferencias entre los investigadores de Clase Top, Media o Baja. Esto implica que la longitud de los trabajos no es una medida válida para analizar el éxito científico de los individuos, desestimándose además la idea de que la longitud de los artículos sea un indicador de la calidad de los mismos.
27. Los investigadores Top presentan un buen conocimiento y manejo de la literatura científica de sus campos de investigación, tal y como se puede interpretar del mayor número de referencias por documento que éstos presentan en las tres áreas. De este modo, el establecimiento de servicios adecuados de información para proporcionar acceso a la literatura internacional de los diferentes ámbitos científicos es un aspecto clave para apoyar la investigación de los científicos.
28. Los investigadores Top son los que más se benefician de la colaboración internacional, éstos muestran el mayor porcentaje de documentos en colaboración internacional así como el mayor porcentaje de documentos realizados fuera de las fronteras españolas. Este aspecto subraya la importancia y beneficio de las políticas de movilidad internacional de los investigadores.
29. Los investigadores de Clase Baja son los que presentan los mayores ratios de documentos en colaboración nacional y sin colaboración, lo que se achaca a una mayor orientación local de su actividad investigadora.
30. Se han constando diferentes orientaciones en la colaboración de los individuos en función de las áreas a las que pertenecen. Los investigadores de Biología y Biomedicina presentan una mayor colaboración de tipo integradora, mientras que en Ciencia de Materiales prevalece una colaboración de tipo más complementaria, presentando mayor diversidad en el número de coautores diferentes.
31. Se ponen de manifiesto las ventajas del análisis *Bottom-up* de la producción de los centros, que complementan los enfoques *Top-down* aportando datos sobre la visibilidad indirecta de los institutos y de la potencialidad científica de los centros de nueva creación.

## 6.5. Recomendaciones

Tras la realización de este estudio, y teniendo en cuenta los datos y resultados obtenidos, es posible realizar una serie de recomendaciones con especial interés para el desarrollo futuro y mejora de la productividad de los

investigadores que trabajan en el CSIC, así como para las futuras incorporaciones de nuevos investigadores a la organización.

1. Revisión permanente de la metodología para identificar y superar sus limitaciones, y dar apoyo sólido a los expertos.
2. Favorecer la continuidad de este tipo de análisis, para establecer de este modo un observatorio continuo del trabajo investigador de los científicos. Para esta posible continuidad deben implicarse los diferentes agentes relacionados con la evaluación científica en el CSIC, así como los propios investigadores, fomentándose una cultura de la evaluación en la que el análisis de la actividad investigadora tenga efectos positivos sobre todos, tanto para los que presenten evaluaciones positivas (recompensándolos) como negativas (incentivándolos).
3. Fomentar la normalización en la forma de firma de los investigadores, tanto en sus nombres (firmas únicas y unívocas) como en el nombre de sus centros de investigación. Demandar la consignación de los centros de la institución incluso en los documentos desarrollados en estancias temporales en el extranjero.
4. Promover a través de políticas institucionales la inclusión de los Curriculum Vitae de los investigadores en las páginas web de sus centros, o al menos en otros proyectos actualmente en curso como el Curriculum Normalizado (<http://cv.normalizado.org/>) para favorecer la visibilidad internacional de la institución y el desarrollo de análisis bibliométricos a nivel micro. También el Repositorio institucional del CSIC creado recientemente (<http://digital.csic.es>) se plantea como una herramienta de gran valía para la identificación de los documentos de los investigadores, por lo que sería recomendable fomentar políticas de incentivo para la inclusión de los *preprints* de los trabajos en dicho repositorio (lo cual además redundaría en la mayor visibilidad de la institución).
5. Impulsar y desarrollar políticas de colaboración científica, y especialmente de colaboración internacional, favoreciendo la movilidad de los investigadores, especialmente hacia países extranjeros de alto nivel. Sin embargo, paralelamente también se debe mejorar la disponibilidad de recursos y medios para que los niveles de producción y excelencia obtenidos fuera de la institución sean mantenidos una vez conseguido el acceso permanente.
6. Considerar la importancia del rejuvenecimiento de la plantilla actual de investigadores del CSIC, buscando incorporar investigadores jóvenes con una sólida trayectoria profesional, pero sin que esto suponga una merma en los niveles de rendimiento de las áreas, buscando seleccionar a los candidatos que superen los valores medios para cada área, contribuyendo así a la mejora paulatina del conjunto de las áreas científicas.

7. Dar a conocer los resultados de estos estudios para que los investigadores de la institución y los posibles candidatos dispongan de un marco de referencia sobre el comportamiento medio de la institución.
8. Fomentar el estudio de las variables determinantes del descenso de producción e impacto de los investigadores al aumentar la edad. Para impulsar políticas de incentivo y estímulo a lo largo de toda la carrera investigadora.
9. Impulsar las actitudes éticas en la firma de artículos de los investigadores y advertir contra la hiperautoría.
10. Promover y desarrollar el análisis de los centros de investigación desde perspectivas *Bottom-up* que permitan obtener información sobre la productividad de dichos centros y que contribuyan a complementar los estudios *Top-Down* de los mismos.
11. Finalmente, teniendo en cuenta el alto desempeño de la institución en cuanto al su producción internacional, se recomienda como política general del CSIC, tanto en promociones como en reclutamiento de nuevo personal, el fomento de la calidad sobre la cantidad, favoreciendo la producción moderada de artículos de alta calidad y en las mejores revistas posibles, en lugar de la publicación masiva de artículos con un impacto mediocre o fraccionado. Esto es especialmente importante para áreas en las que se han alcanzado grandes niveles de desarrollo, como es el caso de Biología y Biomedicina, en las que es más difícil que un incremento en el número de artículos se acompañe de un crecimiento real del impacto relativo.



## **Capítulo 7. BIBLIOGRAFÍA**



## 7. BIBLIOGRAFÍA

- ABRAHAM, P. (2000). Duplicate and salami publications. *Journal of Postgraduate Medicina*, 46 (2): 67-69.
- ADAMS, J. D.; BLACK, G. C.; CLEMMONS, J. R. y STEPHAN, P. E. (2005). Scientific teams and institutional collaborations: Evidence from U.S. universities, 1981-1999. *Research Policy*, 34: 259-285.
- AGUILLO, I. F.; GRANADINO, B.; ORTEGA, J. L. y PRIETO, J. A. (2006). Scientific research activity and communication measured with cybermetric indicators. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 57 (10): 1296-1902.
- AKSNES, D.W. (2003a). A macro study of self-citations. *Scientometrics*, 56 (2): 235-246.
- AKSNES, D. W. (2003b). Characteristics of highly cited papers. *Research Evaluation*, 12 (3): 159-170.
- AKSNES, D. W. (2006). Citation Rates and Perceptions of Scientific Contribution. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 57 (2): 169-185.
- AKSNES, D. W. y SIVERTSEN, G. (2004). The effect of highly cited papers on national citation indicators. *Scientometrics*, 59 (2): 213-224.
- AKSNES, D. W. y TAXT, R. E. (2004). Peer reviews and bibliometric indicators: a comparative study at a Norwegian university. *Research Evaluation*, 13 (1): 33-41.
- ALBERT, A.; GRANADINO, B. y PLAZA, L. M. (2007). Scientific and technological performance evaluation of the Spanish Council for Scientific Research (CSIC) in the field of Biotechnology. *Scientometrics*, 70 (1): 41-51.
- ALIAGA ABAD, F. M. y ORELLANA ALONSO, N. (2001). Análisis de la estabilidad del Journal Citation Report y su implicación como requisito para la evaluación de la calidad de las publicaciones sobre investigación educativa: problemas y limitaciones. *AIDIPE, Investigación y evaluación educativas en la Sociedad del Conocimiento*. A Coruña: AIDIPE.
- ALLISON, P. D. y LONG, J. S. (1987). Ineruniversity mobility of academic scientists. *American Sociological Review*, 52 (5): 643-652.
- ALLISON, P. D. y LONG, J. S. (1990). Departamental effects on scientific productivity. *American Sociological Review*, 55 (4): 469-478.
- ALLISON, P. D.; LONG, J. S. y KRAUZE, T. K. (1982). Cumulative advantage and inequality in science. *American Sociological Review*, 47 (5): 615-625.

- AMAN, M. M. (1998). Bibliometric indicators of the scholarly productivity of scholars and scientists in Kuwait as documented by citations to their published works. *Journal of information, communication and library science*, 5 (1): 3-12.
- AMAT, C. B. (2008). Editorial and publication delay of papers submitted to 14 selected Food Research journals. Influence of online posting. *Scientometrics*, 74 (3): 379-389.
- AMICK, D. J. (1974). An index of scientific elitism and the scientist's mission. *Science Studies*, 4 (1): 1-16.
- AMIN, M. y MABE, M. (2000). Impact Factors: use and abuse. *Perspectives in publishing*, 1: 1-6. <<http://www.ntu.edu.sg/home/mwtang/ifuse.pdf>> [Consultado el 8/4/2008]
- ANDERSON, R. C.; NARIN, F. y MCALLISTER, P. (1978). Publication ratings versus peer rating of universities. *Journal of the American Society for Information Science*, 29 (2): 91-103.
- ANECA. (2007). *Programa de evaluación de profesorado para contratación. Principios y orientaciones para la aplicación de los criterios de evaluación*. ANECA: Madrid.
- ANTONAKIS, J. y LALIVE, R. (2008). Quantifying scholarly impact: *IQp* versus hirsch *h*. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 59 (6): 956-969.
- ARAM, J. D. (2004). Concepts of interdisciplinarity: Configurations of knowledge and action. *Human Relations*, 57 (4): 379-412.
- ARAUJO RUIZ, J. A.; VAN HOOYDONK, G.; TORRICELLA MORALES, R. G. y ARENCIBIA JORGE, R. (2005). Cuban scientific articles in ISI Citation Indexes and CubaCiencias databases (1988-2003). *Scientometrics*, 65 (2): 161-171.
- ARCHAMBAULT, E. y VIGNOLA GAGNÉ, E. (2004). *L'utilisation de la bibliométrie dans les sciences sociales et les humanités*. Canadá: Science-Metrix.
- ARECHAVALA VARGAS, R. y DÍAZ PÉREZ, C. (1996). El proceso de desarrollo de grupos de investigación. *Revista de Educación Superior*, 25 (98). <[http://www.anuies.mx/servicios/p\\_anuies/publicaciones/revsup/res098/txt6.htm](http://www.anuies.mx/servicios/p_anuies/publicaciones/revsup/res098/txt6.htm)> [Consultado el 8/4/2008].
- ASENJO, M. (2006). Sólo una universidad española, entre las 200 mejores del mundo. *ABC: Periódico electrónico*, 11/12/2006. <[http://www.abc.es/hemeroteca/historico-11-12-2006/abc/Sociedad/solo-una-universidad-esp%C3%B1ola-entre-las-200-mejores-del-mundo\\_153384525025.html](http://www.abc.es/hemeroteca/historico-11-12-2006/abc/Sociedad/solo-una-universidad-esp%C3%B1ola-entre-las-200-mejores-del-mundo_153384525025.html)> [Consultado el 27/4/2008]

- AVITAL, M. y COLLOPY, F. (2005). Assessing Research Performance: Implications for Selection and Motivation. *Sprouts: Working Papers on Information Environments, Systems and Organizations*, 1 (3): 40-61.
- AVKIRAN, N. K. (1997). Scientific collaboration in finance does not lead to better quality research. *Scientometrics*, 39 (2): 173-184.
- AZOULAY, P.; STELLMAN, A. y GRAFF ZIVIN, J. (2006). PublicationHarvester: An open-source software tool for science policy research. *Research Policy*, 35: 970-974.
- BALABAN, A. T. (1995). Can the assignment of university chairs be automated? *Scientometrics*, 32 (2): 121-122.
- BALL, P. (2005). Index aims for fair ranking of scientists. *Nature*, 436 (7053): 900.
- BANKS, M. G. (2006). An extension of the Hirsch index: indexing scientific topics and compounds. *Scientometrics*, 69(1): 161-168.
- BAR-ILAN, J. (2008a). Informetrics at the beginning of the 21st century-A review. *Journal of Informetrics*, 2 (1): 1-52.
- BAR-ILAN, J. (2008b). Which h-index? - A comparison of WoS, Scopus and Google Scholar. *Scientometrics*, 74 (2): 257-271.
- BAR-ILAN, J.; LEVENE, M. y LIN, A. (2007). Some measures for comparing citation databases. *Journal of Informetrics*, 1: 26-34.
- BARKER, K. (2007). The UK Research Assessment Exercise: the evolution of a national research evaluation system. *Research Evaluation*, 16 (1): 3-12.
- BASU, A. (2006). Using ISI's 'Highly Cited Researchers' to obtain a country level indicator of citation excellence. *Scientometrics*, 68 (3): 361-375.
- BASU, A. y AGGARWAL, R. (2001). International collaboration in science in India and its impact on institutional performance. *Scientometrics*, 52 (3): 379-394.
- BATISTA, P. D.; CAMPITELI, M. G.; KINOUCI, O. y MARTINEZ, A. S. (2006). Is it possible to compare researchers with different scientific interests? *Scientometrics*, 68 (1): 179-189.
- BAUCH, H. (2006). Fraud: anonymous 'stars' would not dazzle reviewers. *Nature*, 440: 408.
- BAYER, A. E. y DUTTON, J. E. (1977). Career age and research-professional activities of academic scientists: tests of alternative nonlinear models and some implications for higher education faculty policies. *The Journal of Higher Education*, 48 (3): 259-282.
- BECK, M. T. y GÁSPÁR, V. (1991). Scientometric evaluation of the scientific

- performance at the Faculty of Natural Sciences, Kossuth Lajos University, Debrecen, Hungary. *Scientometrics*, 20 (1): 37-54.
- BELLAVISTA, J.; ESCRIBANO, L.; GRABULÓS, M.; Viladiu, C.; GUARDIOLA, E. e IGLESIAS, C. (1993). *Política científica y tecnológica: evaluación del I+D en la Universitat de Barcelona*. Barcelona: Universitat.
- BELLAVISTA, J.; VILADIÚ, C.; GUARDIOLA, E.; ESCRIBANO, L.; GRABULÓS, M. y IGLESIAS, C. (1991). Evaluación de la investigación social. *Reis: Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, 56: 219-237.
- BELLÉS, X. (2006). Cantidad y calidad de los artículos científicos. *El País*, 25/10/2006.  
<[http://www.elpais.com/articulo/futuro/Cantidad/calidad/articulos/cientificos/elpfutpor/20061025elpipfut\\_7/Tes](http://www.elpais.com/articulo/futuro/Cantidad/calidad/articulos/cientificos/elpfutpor/20061025elpipfut_7/Tes)> [Consultado el 8/4/2008].
- BERTRAND, F. y CÔTÉ, G. (2006). *Vingt cinqs ans de recherche environnementale au Canada*. Canadá: Science-Metrix.
- BEVERIDGE, C. y MORRIS, S. (2007). Order of merit. *Nature*, 448 (7152): 508.
- BIGLU, M. H. (2008). The influence of references per paper in the SCI to Impact Factors and the Matthew Effect. *Scientometrics*, 74 (3): 453-470.
- BIRD, J. E. (1997). Authorship patterns in Marine Mammal Science, 1985-1993. *Scientometrics*, 39 (1): 99-105.
- BIRNHOLTZ, J. P. (2006). What does it mean to be an author? The intersection of credit, contribution, and collaboration in science. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 57(13): 1758-1770.
- BLUSTIN, A. (2007). Publication and citation statistics for UK astronomers. *Astronomy & Geophysics*, 48 (6): 32-35.
- BOE (02/12/2000). *Real Decreto 1945/2000, de 1 de diciembre, por el que se aprueba el Estatuto del Organismo autónomo Consejo Superior de Investigaciones Científicas*, nº 289: 42774-42289.
- BOLLEN, J.; RODRIGUEZ, M. A. y VAN DE SOMPEL, H. (2006). Journal Status. *Scientometrics*, 69 (3): 669-687.
- BONACCORSI, A. y DARAIO, C. (2003a). A robust nonparametric approach to the analysis of scientific productivity. *Research Evaluation*, 12 (1): 47-69.
- BONACCORSI, A. y DARAIO, C. (2003b). Age effects in scientific productivity: The case of the Italian National Research Council (CNR). *Scientometrics*, 58 (1): 49-90.
- BONACCORSI, A. y DARAIO, C. (2008). The differentiation on the strategic profile of higher education institutions. New positioning indicators based on

- microdata. *Scientometrics*, 74 (1): 15-37.
- BONITZ, M. (1980). Evidence for the invalidity of the Bradford law for the single scientist. *Scientometrics*, 2 (3): 203-124.
- BORDONS, M. (2001). Aspectos metodológicos en la obtención de indicadores bibliométricos. *Cuadernos de Indicios*, 1: 17-26.
- BORDONS, M.; BARRIGÓN, S. (1992). Bibliometric analysis of publications of Spanish pharmacologists in the SCI (1984-89). Part II. *Scientometrics*, 25 (3): 425-446.
- BORDONS, M.; FERNÁNDEZ, M. T. y GÓMEZ, I. (2002). Advantages and limitations in the use of impact factor measures for the assessment of research performance in a peripheral country. *Scientometrics*, 53 (2): 195-206.
- BORDONS, M.; GARCÍA-JOVER, F. y BARRIGÓN, S. (1993). Is collaboration improving research visibility? Spanish scientific output in pharmacology and pharmacy. *Research Evaluation*, 3 (1): 19-24.
- BORDONS, M. y GÓMEZ, I. (2000). Collaboration Networks in Science. CRONIN, G y BARSKY ATKINS, H., eds. *The Web of Knowledge: a Festschrift in Honor of Eugene Garfield*. New Jersey: Information Today.
- BORDONS, M.; MORILLO, F.; FERNANDEZ, M. T. y GÓMEZ, I. (2003). One step further in the production of bibliometric indicators at the micro level: Differences by gender and professional category of scientists. *Scientometrics*, 57 (2): 159-173.
- BORDONS, M.; MAULEÓN, E.; GÓMEZ, I.; MORILLO, F.; FERNÁNDEZ, M. T. y BARRIOS, L. (2005). *Incorporación de la dimensión de género a los estudios bibliométricos*. Madrid: CSIC.
- BORDONS, M. y ZULUETA, M. A. (1997). Comparison of Research Team Activity in Two Biomedical Fields. *Scientometrics*, 40 (3): 423-436.
- BORDONS, M. y ZULUETA, M. A. (1999). Evaluación de la actividad científica a través de indicadores bibliométricos. *Revista Española de Cardiología*, 52: 790-800.
- BORDONS, M. y ZULUETA, M. A. (2002). La interdisciplinariedad en los grupos españoles de investigación en el área cardiovascular. *Revista Española de Cardiología*, 55 (9): 900-912.
- BORDONS, M.; ZULUETA, M. A.; CABRERO, A. y BARRIGÓN, S. (1995a). *Identifying research teams with bibliometric tools. Proceedings of the Fifth biennial Conference of the International Society for Scientometrics and Informetrics*. USA: Rosary College: 83-92.
- BORDONS, M.; ZULUETA, M. A.; CABRERO, A. y BARRIGON, S. (1995b). Research performance at the micro level: analysis of structure and

- dynamics of pharmacological research teams. *Research Evaluation*, 5 (2): 137-142.
- BORGMAN, C. L. y SIEGFRIED, S. L. (1992). Getty's Synonym and its cousins: a survey of applications on Personal Name-Matching Algorithms. *Journal of the American Society for Information Science*, 43 (7): 459-476.
- BORNMAN, L. (2006). H Index - A New Measure to quantify the Research Output of Individual Scientists. *Important Questions*.  
<[http://www.forschungsinfo.de/iq/agora/H\\_Index/h\\_index.asp](http://www.forschungsinfo.de/iq/agora/H_Index/h_index.asp)>  
[Consultado el 8/4/2008].
- BORNMAN, L. y DANIEL, H.-D. (2005). Does the h-index for ranking of scientists really work? *Scientometrics*, 65 (3): 391-392.
- BORNMAN, L. y DANIEL, H.-D. (2007a). Convergent validation of peer review decision using the h index: Extent of and reason for type I and type II errors. *Journal of Informetrics*, 1 (3): 204-213.
- BORNMAN, L. y DANIEL, H.-D. (2007b). Multiple Publication on a single research study: Does it pay? The influence of number of research articles on total citation counts in Biomedicine. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 58 (8): 1100-1107.
- BORNMAN, L. y DANIEL, H.-D. (2007c). What do we know about the h index? *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 58 (9): 1381-1385.
- BORNMAN, L.; MUTZ, R. y DANIEL, H.-D. (2007). The b index as a measure of scientific excellence: A promising supplement to the h index. *Cybermetrics: International Journal of Scientometrics, Informetrics and Bibliometrics*, 11 (1): Paper 6.
- BORNMAN, L.; MUTZ, R. y DANIEL, H.-D. (2008). Are there better indices for evaluation purposes than the h index? A comparison of nine different variants of the h index using data from biomedicine. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 59 (5): 830-837.
- BOSCH, X. (2006). Spain Reconsiders Its University Law. *Science*, 314 (5801): 911.
- BOURKE, P. y BUTLER, L. (1996a). Publication types, citation rates and evaluation. *Scientometrics*, 37 (3): 473-494.
- BOURKE, P. y BUTLER, L. (1996b). Standard issues in a national bibliometric database: the Australian case. *Scientometrics*, 35 (2): 199-207.
- BOZEMAN, B. y CORLEY, E. (2004). Scientists' collaboration strategies: implications for scientific and technical human capital. *Research Policy*, 33 (4): 599-616.

- BRAUN, T. (1999). Bibliometric indicators for the evaluation of Universities - Intelligence from the quantitation of the scientific literature. *Scientometrics*, 45 (3): 425-432.
- BRAUN, T.; GLÄNZEL, W. y GRUPP, H. (1995). The scientometric weight of 50 nations in 27 science areas, 1989-1993. Part II. Life Sciences. *Scientometrics*, 34 (2): 207-237.
- BRAUN, T.; GLÄNZEL, W.; MACZELKA, H. y SCHUBERT, A. (1994). World science in the eighties. National performances in publication output and citation impact, 1985-1989 versus 1980-1984: Part II. Life sciences, engineering, and mathematics. *Scientometrics*, 31 (1): 3-30.
- BRAUN, T.; GLÄNZEL, W. y SCHUBERT, A. (2000). How balanced is the Science Citation Index's Journal coverage? A preliminary overview of macro-level statistical data. CRONIN, B. y ATKINS, H.B. The Web of Knowledge. A Festschrift in Honor of Eugene Garfield. New Jersey: ASIS.
- BRAUN, T.; GLÄNZEL, W. y SCHUBERT, A. (2006). A Hirsch-type index for journals. *Scientometrics*, 69 (1): 169-173.
- BRAUN, T.; SZABADI-PERESZTEGI, Z. y KOVÁCS-NEMETH, É. (2003a). About Abels and similar international awards for ranked lists of awardees as science indicators of national merit in mathematics. *Scientometrics*, 56 (2): 161-168.
- BRAUN, T.; SZABADI-PERESZTEGI, Z. y KOVÁCS-NEMETH, É. (2003b). Nobels for ambiguous lists of ranked Nobelists as science indicators of national merit in physics, chemistry and medicine, 1901-2001. *Scientometrics*, 56 (1): 3-28.
- BRESCHI, S.; LISSONI, F. y MONTORBIO, F. (2005). The scientific productivity of academic inventors: new evidence from italian data. *CESPRI Working Papers*, 168.  
<[ftp://ftp.unibocconi.it/pub/RePEc/cpi/papers/WP168BreschiLissoniMontobio.pdf](http://ftp.unibocconi.it/pub/RePEc/cpi/papers/WP168BreschiLissoniMontobio.pdf)> [Consultado el 9/4/2008]
- BROAD, W. J. (1981). The Publishing Game: Getting More for Less. *Science*, 211 (4487): 1137-1139.
- BUCHHOLZ, K. (1995). Criteria for the analysis of scientific quality. *Scientometrics*, 32 (2): 195-218.
- BUELA-CASAL, G. (2003). Evaluación de la calidad de los artículos y de las revistas científicas. *Psicothema*, 15 (1): 23-35.
- BUELA-CASAL, G. (2007). Comparative study of international academic rankings of universities. *Scientometrics*, 71 (3): 349-365.
- BURRELL, Q. L. (2007). Hirsch index or Hirsch rate? Some thoughts arising from Liang's data. *Scientometrics*, 73 (1): 19-28.



- BUSH, G. P. y HATTERY, L. H. (1956). Teamwork and Creativity in Research. *Administrative Science Quarterly*, 1 (3): 361-372.
- BUTER, R. K. y NOYONS, E. C. (2001). Improving functionality of interactive bibliometric science maps. *Scientometrics*, 51 (1): 55-68.
- BUTER, R. K.; NOYONS, E. C. M.; VAN MACKELLENBERGH, M. y LAINE, T. (2006). Combining concept maps and bibliometric maps: First explorations. *Scientometrics*, 66 (2): 377-387.
- BUTLER, D. (2007). Academics strike back at spurious rankings. *Nature*, 447 (31): 514-515.
- BUTLER, L. (1999). Who 'Owns' this publication? Problems with assigning research publications on the basis of addresses. *Proceedings of the Seventh Conference of International Society for Scientometrics and Informetrics*. Mexico: Universidad de Colima: 87-96.
- BUTLER, L. (2003). Modifying publication practices in response to funding formulas. *Research Evaluation*, 12 (1): 39-46.
- BUTLER, L. y VISSER, M. S. (2006). Extending citation analysis to non-source items. *Scientometrics*, 66 (2): 327-343.
- CAHN, R. W. (2003). Fifty years of materials research papers through the pages of Acta Metallurgica/Materialia. *Acta Materialia*, 51 (19): 6001-6005.
- CALERO, C.; BUTER, R.; CABELLO VALDÉS, C. y NOYONS, E. (2006). How to identify research groups using publication analysis: an example in the field of nanotechnology. *Scientometrics*, 66 (2): 365-376.
- CAMÍ, J.; SUÑEN, E. y MÉNDEZ-VÁSQUEZ, R. (2003). *Caracterización bibliométrica de grupos de investigación biomédica en España*. Madrid: Instituto de Salud Carlos III.  
<<http://84.88.71.251/webs/mapabiomedicogrupos/index.htm>> [Consultado el 8/4/2008].
- CAMÍ, J.; ZULUETA, M. Á.; FERNÁNDEZ, M. T.; BORDONS GANGAS, M. y GÓMEZ CARIDAD, I. (1997). Producción científica española en biomedicina y ciencias de la salud durante el período 1990-1993 (Science Citation Index y Social Science Citation Index) y comparación con el período 1986-1989. *Medicina clínica*, 109 (13): 481-496.
- CAMPANARIO, J. M. (1993). Consolation for the Scientist: Sometimes it is Hard to Publish Papers that are Later Highly-Cited. *Social Studies of Science*, 23 (2): 342-362.
- CAÑIBANO, C.; OTAMENDI, J. y ANDUJAR, I. (2008). Measuring and assessing researcher mobility from CV analysis: the case of the Ramón y Cajal programme in Spain. *Research Evaluation*, 17 (1): 17-31.
- CARAYOL, N. y MATT, M. (2004a). Does research organization influence



- academic production? Laboratory level evidence from a large European university. *Research Policy*, 33 (8): 1081-1102.
- CARAYOL, N. y MATT, M. (2004b). Individual and collective determinants of academic scientists' productivity. *Informations Economics and Policy*, 18 (1): 55-72.
- CARAYOL, N. y NGUYEN THI, T. U. (2005). Why do academic scientists engage in interdisciplinary research? *Research Evaluation*, 14 (1): 70-79.
- CARDILLO, A.; SCELLATO, S. y LATORA, V. (2006). A topological analysis of scientific coauthorship networks. *Physica A*, 372: 333-339.
- CARPENTER, M. P. (1979). Similarity of Pratt's Measure of Class Concentration. *Journal of the American Society for Information Science*, 30 (2): 108-110.
- CHANDY, P. R. (1994). The impact of journals authors on international business research: A citational analysis of JIBS articles. *Journal of International Business Studies*, 25 (4): 715-728.
- CHAWLA, A. y SINGH, J. P. (1998). Organizational environment and performance of research groups - A typological analysis. *Scientometrics*, 43 (3): 373-391.
- CHAWLA, A. y SINGH, J. P. (1999). Analyzing the Activity Patterns of Academic Scientists in India. *Proceedings of the Seventh Conference of International Society for Scientometrics and Informetrics*. Mexico: Universidad de Colima: 97-110.
- CHEN, Y.-L.; WEI, J.-J.; WU, S.-Y. y HU, Y.-H. (2006). A similarity-based method for retrieving documents from the SCI/SSCI database. *Journal of Information Science*, 32 (5): 449-464.
- CHO, A. (2005). Your Career in a Number. *Science Now*, 812 (1). <<http://sciencenow.sciencemag.org/cgi/content/full/2005/812/1>> [Consultado el 8/4/2008].
- CHOMPALOV, I. y SHRUM, W. (2002). Organization of scientific collaboration. *Research Policy*, 31(5): 749-767.
- COCCIA, M. (2007). Does Bureaucracy affect research performance of Public Research Organizations?. *11<sup>th</sup> International Conference of the International Society for Scientometrics and Informetrics*. Madrid: CINDOC-CSIC: 216-225.
- COLE, S. (1979). Age and Scientific Performance. *American Journal of Sociology*, 84 (4): 958-977.
- COLE, S. (1989). Citation and the evaluation of individual scientists. *Trends in Biochemical Science*, 14 (1): 9-13.

- COLE, S. y COLE, J. R. (1967). Scientific output and recognition: a study in the operation of the reward system in science. *American Sociological Review*, 32 (3): 377-390.
- CORDERO RIVERA, A. (2003). Trends in the evolution of ecology: "Spain is different". *Web Ecology*, 4: 14-26.
- COSTAS, R. (2003). *Desarrollo metodológico para la realización de estudios bibliométricos en el nivel micro: estudio de caso del Área de Recursos Naturales del CSIC*. [Tesis]. Getafe: Universidad Carlos III de Madrid.
- COSTAS, R. y BORDONS, M. (2005). Bibliometric indicators at the micro-level: some results in the area of natural resources at the Spanish CSIC. *Research Evaluation*, 14 (2): 110-120.
- COSTAS, R. y BORDONS, M. (2006). Algoritmos para solventar la falta de normalización de nombres de autor en los estudios bibliométricos. *Investigación Bibliotecológica: archivonomía, bibliotecología e información*, 21 (42): 13-32.
- COSTAS, R. y BORDONS, M. (2007a). The h-index: advantages, limitations and its relation with other bibliometric indicators at the micro-level. *Journal of Informetrics*, 1 (3): 193-203.
- COSTAS, R. y BORDONS, M. (2007b). Una visión crítica del índice h: algunas consideraciones derivadas de su aplicación práctica. *El Profesional de la Información*, 16 (5): 427-432.
- COSTAS, R. y BORDONS, M. (2008). Is g-index better than h-index? An exploratory analysis at the individual level. *Scientometrics*, (en prensa).
- COSTAS, R.; BORDONS, M.; VAN LEEUWEN, T. N.; VAN RAAN, A. F. J. (2008). Scaling rules in the science system: influence of field specific citation characteristics on the impact of individual researchers. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, (en prensa).
- COSTAS, R. e IRIBARREN-MAESTRO, I. (2007). Variations in content and format of ISI databases in their different versions: the case of the Science Citation Index in CD-ROM and the Web of Science. *Scientometrics*, 72 (2): 167-183.
- COSTAS-COMESAÑA, R. y GARCÍA-ZORITA, J. C. (2003). Indicadores de rendimiento en las bases de datos bibliográficas: la tasa de filtrado del campo autor. Una aplicación al caso de nombres españoles. *II Jornadas de Tratamiento y Recuperación de la Información (JOTRI)*. Getafe: Universidad Carlos III de Madrid.
- COTEC. (2006). *Informe COTEC: Tecnología e Innovación en España*. Fundación Cotec: Madrid.
- COURTOIS, M. P. y MATTHEWS, J. A. (1993). Tips for searching the ISI

- citation indexes for personnel decisions. *Database*, 16 (3): 60-67.
- COZZENS, S. E. (1989). What do citations count? the rhetoric-first model. *Scientometrics*, 15 (5-6): 437-447.
- CRANE, D. (1965). Scientists at major and minor universities: a study of productivity and recognition. *American Sociological Review*, 30 (5): 699-714.
- CRONIN, B. (2001a). Hyperauthorship: A postmodern perversion or evidence of a structural shift in scholarly communication practices? *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 52 (7): 558-569.
- CRONIN, B. (2001b). Bibliometrics and beyond: some thoughts on web-based citation analysis. *Journal of Information Science*, 27 (1): 1-7.
- CRONIN, B.; MCKENZIE, G. y STIFFLER, M. (1992). Patterns of acknowledgment. *Journal of Documentation*, 48 (2): 107-122.
- CRONIN, B. y MEHO, L. (2006). Using the h-index to rank influential information scientists. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 57 (9): 1275-1278.
- CRONIN, B. y MEHO, L. I. (2007). Timelines of creativity: A study of intellectual innovators in information science. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 58 (13): 1948-1959.
- CRONIN, B. y OVERFELT, K. (1994). Citation-Based Auditing of Academic Performance. *Journal of the American Society for Information Science*, 45 (2): 61-72.
- CRONIN, B. y SHAW, D. (2002). Identity-creators and image-makers: Using citation analysis and thick description to put authors in their place. *Scientometrics*, 54 (1): 31-49.
- CRUZ-CASTRO, L.; RICO-CASTRO, P. y SANZ-MENÉNDEZ, L. (2002) *The dynamic of the Spanish public and semi-public non university Research Centres: Country Report*. Madrid: CSIC. Unidad de Políticas Comparadas. N. 28.
- CRUZ-CASTRO, L. y SANZ-MENÉNDEZ, L. (2006). Research evaluation in transition: individual versus organisational assessment in Spain. <<http://digital.csic.es/bitstream/10261/16711/1/dt-0612.pdf>> [Consultado el 8/4/2008].
- CRUZ-CASTRO, L. y SANZ-MENÉNDEZ, L. (2007). Tenure, Mobility and Scientific Production along individual research careers in academia. *Atlanta Conference on Science, Technology and Innovation Policy Policy 2007*. Atlanta, Georgia: Georgia Tech.
- CSAJBÓK, E.; BERHIDI, A.; VASAS, L. y SCHUBERT, A. (2007). Hirsch-index

for countries based on Essential Science Indicators data. *Scientometrics*, 73 (1): 91-117.

CSIC. (2005). *Memoria 2005*. Madrid: CSIC.

CSIC. (2006). *Plan de actuación 2006-2009*. Madrid: CSIC.

CULLEN, P. W.; NORRIS, R. H.; RESH, V. H.; REYNOLDSON, T. B.; ROSENBERG, D. M. y BARBOUR, M. T. (1999). Collaboration in scientific research: a critical need for freshwater ecology. *Freshwater Biology*, 42: 131-142.

DE FILIPPO, D.; MORILLO, F. y FERNÁNDEZ, M. T. (2008). Indicadores de colaboración científica del CSIC con Latinoamérica en bases de datos internacionales. *Revista Española de Documentación Científica*, 31 (1): 66-84.

DE FILIPPO, D.; SANZ-CASADO, E. y GÓMEZ, I. (2007). Impacto of the Research stays on the scientific output. *11<sup>th</sup> International Conference of the International Society for Scientometrics and Informetrics*. Madrid: CINDOC-CSIC: 848-849.

DASTIDAR, P. G. (2004). Ocean Science & Technology research across the countries: A global scenario. *Scientometrics*, 59 (1): 15-27.

DASTIDAR, P. G. y RAMACHANDRAN, S. (2005). Engineering research in ocean sector: An international profile. *Scientometrics*, 65 (2): 199-213.

DAVIS, M. y WILSON, C. S. (2001). Elite researchers in ophthalmology : Aspects of publishing strategies, collaboration and multi-disciplinarity. *Scientometrics*, 52 (3): 395-410.

DELGADO LÓPEZ-CÓZAR, E.; TORRES SALINAS, D.; JIMÉNEZ CONTRERAS, E. y RUÍZ-PÉREZ, R. (2006). Análisis bibliométrico y de redes sociales aplicado a las tesis bibliométricas defendidas en España (1976-2002): temas, escuelas científicas y redes académicas. *Revista Española de Documentación Científica*, 29 (4): 493-524.

DELGADO-LÓPEZ-CÓZAR, E.; TORRES-SALINAS, D. y ROLDÁN-LÓPEZ, Á. (2007). El fraude en la ciencia: reflexiones a partir del caso Hwang. *El Profesional de la Información*, 16 (2): 143-150.

DELIBES DE CASTRO, M.; HIRALDO, F.; TINTORÉ SUBIRANA, J.; TOHARIA, M.; DONAZAR, J. A.; CERDÁ, X.; JUSTE, J.; DELGADO, A.; RULL, L.; MARTÍNEZ HERNÁNDEZ, J.; BLANCO, J. L.; RODRÍGUEZ ARTALEJO, A. y COSTAS, E. (30/10/2006). Uno de los nuestros. *El País*, 26/07/2006

DENNIS, W. (1954). Bibliographies of eminent scientists. *The Scientific Monthly*, 79 (3): 180-183.

DIAMOND, A. M. y TOTH, R. J. (2007). The determinants of election to the Presidency of the American Economic Association: Evidence from cohort

- of distinguished 1950's economists. *Scientometrics*, 73 (2): 131-137.
- DIETZ, J. S. y BOZEMAN, B. (2005). Academic careers, patents, and productivity: industry experience as scientific and technical human capital. *Research Policy*, 34: 349-367.
- DIETZ, J. S.; CHOMPALOV, I.; BOZEMAN, B.; O'NEIL LANE, E. y PARK, J. (2000). Using the curriculum vitae to study the career paths of scientists and engineers : an exploratory assessment. *Scientometrics*, 49 (3): 419-442.
- DOLADO, J. J.; GARCÍA-ROMERO, A. y ZAMARRO, G., (2001). *Rankings de investigación en economía en España: instituciones y autores (1990-1999)*. Madrid: Fundación de Estudios de Economía Aplicada. Documentos de trabajo de economía.
- DOLADO, J. J.; GARCÍA-ROMERO, A. y ZAMARRO, G. (2003). Publishing performance in economics: Spanish rankings (1990-1999). *Spanish Economic Review*, 5: 85-100.
- DONG, P.; LOH, M. y MONDRY, A. (2006). Publication lag in biomedical journals varies due to the periodical's publishing model. *Scientometrics*, 69 (2): 271-286.
- DUARTE, C. M.; ACUÑA, J. L.; ÁLVAREZ-SALGADO, X. A.; BLASCO, D.; BORDONS, M.; COSTAS, R.; DAÑOBEITIA, J. J.; HERNÁNDEZ, S.; LOSADA, I.; MORALES-NIN, B.; NOMBELA, M. A.; RUIZ, J.; ZANUY, S. (2006). *Las Ciencias y Tecnologías Marinas en España*. Madrid: CSIC.
- DUME, B. (2005a). How high is your h-index? *Physics World*, 18 (9): 7.
- DUME, B. (2005b). Number Theory. *Physicsweb*. <<http://physicsworld.com/cws/article/news/22890>> [Consultado el 8/4/2008].
- EGGHE, L. (2006). Theory and practise of the g-index. *Scientometrics*, 69 (1): 131-152
- EGGHE, L. (2007). Welcome to the Journal of Informetrics. *Journal of Informetrics*, 1 (1): 1.
- EGGHE, L.; LIANG, L. y ROUSSEAU, R. (2003). The Byline: Thoughts on the Distribution of Author Ranks in Multiauthored Papers. *Mathematical and Computer Modelling*, 38: 323-329.
- ENGERS, M; GANS, J. M.; GRANT, S. y KING, S. P. (1999). First-Author conditions. *Journal of Political Economy*, 107 (4): 859-883.
- ERRAMI, M. y GARNER, H. (2008). A tale of two citations. *Nature*, 451 (24): 397-399.
- ESCRIBANO, L. y VILADIÚ, C. (1996). Autoevaluación de las Instituciones

- Investigadoras: una perspectiva metodológica en la Universitat de Barcelona. *Política Científica*, 46: 27-40.
- ETZKOWITZ, H. (1992). Individual investigators and their research groups. *Minerva*, 30 (1): 28-50.
- FARAHAT, H. (2002). Authorship patterns in agricultural sciences in Egypt. *Scientometrics*, 55 (2): 157-170.
- FECYT. (2004). *Observatorio FECYT de Política Científica y Tecnológica: Indicadores bibliométricos de la actividad científica española – 2004*. Madrid: FECYT.
- FECYT. (2007). *Propuesta de manual de ayuda a los investigadores españoles para la normalización del nombre de autores e instituciones en las publicaciones científicas*. Madrid: FECYT. <[http://biblioteca.unex.es/PDF/nombre\\_autor.pdf](http://biblioteca.unex.es/PDF/nombre_autor.pdf)> [Consultado el 8/4/2008]
- FEIST, G. J. (1993). A structural model of scientific eminence. *American Psychological Society*, 4 (6): 366-371.
- FEITELSON, D. G. y YOVEL, U. (2004). Predictive Ranking of Computer Scientists using CiteSeer Data. *Journal of Documentation*, 60 (1): 44-61.
- FERNÁNDEZ, M. T.; BORDONS, M.; SANCHO, I. y GÓMEZ, I. (1999). Difusión internacional de la investigación científica española en ciencia y tecnología en el periodo 1991-1996. *Arbor*, 639: 327-345.
- FERNÁNDEZ, M. T.; CABRERO, A.; ZULUETA, M. Á. y GÓMEZ, I. (1993). Constructing a relational database for bibliometric analysis. *Research Evaluation*, 3 (1): 55-62.
- FERNÁNDEZ ESQUINAS, M.; PÉREZ YRUELA, M. y HERMÁN HERNÁNDEZ, C. (2006). El sistema de incentivos y recompensas en la ciencia pública española. SEBASTIÁN, J. y MUÑOZ, E., eds. *Radiografía de la investigación pública en España*. Madrid: Biblioteca Nueva.
- FERNÁNDEZ DE CALEYA, R. (2001). Los comienzos de la evaluación científica en España. *Boletín de la Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular*, (22-23): 26-28.
- FIGUEIREDO MOUTINHO, P. S.; FONTES, M. y MIRA GODINHO, M. (2007). Do individual factors matter? A survey of scientists' patenting in Portuguese public research organisations. *Scientometrics*, 70 (2): 355-377.
- FIGUEREDO, E. (2006). The numerical equivalence between impact factor of Journals and the Quality of the articles. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 57 (11): 1561.
- FOLLY, G.; HAJTMAN, B.; NAGY, J. I. y RUFF, I. (1981). Some methodological

- problems in ranking scientists by citation analysis. *Scientometrics*, 3 (1): 165-147.
- FORMANN, A. K. (1992). Academic personnel selection : description and prognosis of the decisions made by the committee for the selection and candidates for a full professorship. *Scientometrics*, 25 (3): 401-414.
- FOX, M. F. (1983). Publication productivity among scientists: a critical review. *Social Studies of Science*, 13 (2): 285-305.
- FOX, M. F. (2005). Gender, Family Characteristics, and Publication Productivity among Scientists. *Social Studies of Science*, 35 (1): 131-150.
- FOX, M. F. y STEPHAN, P. E. (2001). Careers of young scientists: preferences, prospects and realities by gender and field. *Social Studies of Science*, 31 (1): 109-122.
- GAD-EL-HAK, M. (2007). Publish or Perish- An ailing Enterprise? *Physics today*, 57 (3): 61.
- GÁLVEZ, C. y MOYA-ANEGÓN, F. (2006). The unification of institutional addresses applying parametrized finite-state graphs (P-FSG). *Scientometrics*, 69 (2): 323-345.
- GÁLVEZ, C. y MOYA-ANEGÓN, F. (2007). Standardizing formats of corporate sources data. *Scientometrics*, 70 (1): 3-26.
- GARCÍA TORRES, L. (2003). La necesidad de transformación del sistema de evaluación del personal investigador en el CSIC y organismos afines. *API del CSIC*. <<http://www.csic.es/asociaciones/api/libro/transformacion.htm>> [Consultado el 4/3/2003].
- GARCÍA ZORITA, J. C. (2000). *La actividad científica de los economistas españoles, en función del ámbito nacional o internacional de sus publicaciones: estudio comparativo basado en un análisis bibliométrico durante el período 1986-1995* [Tesis Doctoral]. Getafe (Madrid): Universidad Carlos III.
- GARCÍA-ZORITA, J. C.; MARTÍN-MORENO, C.; LASCURAIN-SÁNCHEZ, M. L. y SANZ-CASADO, E. (2006). Institutional addresses in the Web of Science: the effects on scientific evaluation. *Journal of Information Science*, 32 (4): 378-383.
- GARFIELD, E. (1955). Citation indexes to science: a new dimension in documentation through association of ideas. *Science*, 122: 108-111.
- GARFIELD, E. (1979). Is citation analysis a legitimate evaluation tool? *Scientometrics*, 1 (4): 359-375.
- GARFIELD, E. (1980). The Number of Biochemical articles is growing, but why also the number of references per article? *Essays of an Information Scientist*, 4 (11): 414-418.



- GARFIELD, E. (1983a). How to Use Citation Analysis for Faculty Evaluations, and When is it relevant? Part 1. *Current Contents*, (44): 5-13.
- GARFIELD, E. (1983b). How to Use Citation Analysis for Faculty Evaluations, and When is it Relevant? Part 2. *Current Contents*, (45): 5-14.
- GARFIELD, E. (1985). Uses and misuses of citation frequency. *Current Comments*, 43: 3-9.
- GARFIELD, E. (2003). The meaning of the Impact Factor. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 3 (2): 363-369.
- GARG, K. C. (2001). Scientometrics of Laser Research in India and China. *8th International Conference on Scientometrics and Informetric*. Sydney: University of New South Wales: 167-177.
- GARG, K. C. y PADHI, P. (2001). A study of collaboration in laser science and technology. *Scientometrics*, 51 (2): 415-427.
- GASTEL, B. (2001). Assessing the impact of investigators' work: beyond impact factors. *Canadian Journal of Anesthesia*, 48 (10): 941-945.
- GASTON, J. (1970). The reward system in British science. *American Sociological Review*, 35 (4): 718-732.
- GATTUSO, J.-P.; DAWSON, N. A.; DUARTE, C. M. y MIDDELBURG, J. J. (2005). Patterns of publication effort in coastal biogeochemistry: a bibliometric survey (1971 to 2003). *Marine Ecology Progress Series*, 294: 9-22.
- GAUFFRIAUX, M. y OLESEN LARSEN, P. (2005). Counting methods are decisive for rankings based on publication and citation studies. *Scientometrics*, 64 (1): 85-93.
- GAUFFRIAUX, M.; OLESEN LARSEN, P.; MAYE, I.; ROULIN-PERRIARD, A. y VON INS, M. (2007). Publication, cooperation and productivity measures in scientific research. *Scientometrics*, 73 (2): 175-214.
- GAUGHAN, M. y BOZEMAN, B. (2002). Using curriculum vitae to compare some impacts of NSF research grants with research Center funding. *Research Evaluation*, 11 (1): 17-26.
- GILBERT, G. N. (1977). Referencing as Persuasion. *Social Studies of Science*, 7: 113-122.
- GISVOLD, S.-E. (1999). Citation analysis and journal impact factors - is the tail wagging the dog? *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, 43: 971-973.
- GLÄNZEL, W. (2006). On the h-index - A mathematical approach to a new measure of publication activity and citation impact. *Scientometrics*, 67 (2): 315-321.



- GLÄNZEL, W.; DEBACKERE, K.; THIJS, B. y SCHUBERT, A. (2006). A concise review on the role of author self-citations in information science, bibliometrics and science policy. *Scientometrics*, 67 (2): 263-277.
- GLÄNZEL, W. y PERSSON, O. (2005). H-index for Price medalists. *ISS/Newsletter*, 1 (4): 15-18.
- GLÄNZEL, W. y SCHUBERT, A. (2001). Double effort=Double impact? A critical view at international co-authorship in chemistry. *Scientometrics*, 50 (2): 199-214.
- GODIN, B. (2007). From Eugenics to Scientometrics: Galton, Cattell, and Men of Science. *Social Studies of Science*, 37 (5): 691-728.
- GODIN, B.; TREMPE-BERTRAND, F.; ROBITAILLE, J.-P. y CÔTÉ, G., (2002). *Profil bibliométrique des sciences environnementales au Canada : 1980-1998*. Montreal: Observatoire des sciences et des technologies.
- GOKCEOGLU, C.; OKAY, A. I. y SEZER, E. (2008). International earth science literature from Turkey - 1970-2005: Trends and possible causes. *Scientometrics*, 74 (3): 409-423.
- GOLUB, B. (1998). The croatian scientific elite and its socio-professional roots. *Scientometrics*, 43 (2): 207-229.
- GÓMEZ, I. y BORDONS, M. (1996). Limitaciones en el uso de los indicadores bibliométricos para la evaluación científica. *Política Científica*, 46: 21-26.
- GÓMEZ, I.; FERNÁNDEZ, M. T., BORDONS, M.; MORILLO, F.; GONZÁLEZ-ALBO, B.; CANDELARIO, A. y DE FILIPPO, D. (2007). *La actividad científica del CSIC a través del Web of Science: Estudio bibliométrico del periodo 2000-2006*. Madrid: CINDOC.
- GÓMEZ, I.; FERNÁNDEZ, M. T.; BORDONS, M.; MORILLO, F.; HILLÁN, L. y MARTÍN, L. (2004). *Proyecto de obtención de indicadores de producción científica y tecnológica de España (1996-2001)*. Madrid: CINDOC.
- GOMEZ, I. y GALBÁN, C. (1986). Lack of standardisation in the corporate source field of different databases. *10th International Online Information Meeting*. London: Oxford: 335-352.
- GÓMEZ, I.; SANCHO, R.; BORDONS, M. y FERNÁNDEZ, M. T. (2006) La I+D en España a través de publicaciones y patentes. SEBASTIÁN, J. y MUÑOZ, E., eds. *Radiografía de la investigación pública en España*. Madrid: Biblioteca Nueva.
- GONZÁLEZ DE LA FE, T. y GONZÁLEZ RAMOS, A. M. (2006). Estructura y dinámica de la comunidad científica española. SEBASTIÁN, J. y MUÑOZ, E., eds. *Radiografía de la investigación pública en España*. Madrid: Biblioteca Nueva.
- GONZÁLEZ-ALBO MANGLANO, B. y ZULUETA GARCÍA, M. A. (2007).

Patentes domésticas de universidades españolas: análisis bibliométrico. *Revista Española de Documentación Científica*, 30 (1): 61-90.

GONZÁLEZ-BRAMBILA, C. y VELOSO, F. M. (2007). The determinants of research output and impact: A study of Mexican researchers. *Research Policy*, 36: 1035-1051.

GOODALL, A. H. (2006). Should top universities be led by top researchers and are they? *Journal of Documentation*, 62 (3): 388-411.

GORDON, M. D. (1982). Citation ranking versus subjective evaluation in the determination of journal hierarchies in the social sciences. *Journal of the American Society for Information Science*, 33: 55-57.

GRANADINO, B.; PLAZA, L. M. y VIDAL, C. (2005). Analysis of Spanish scientific output following the Joint Action Program (Acciones Integradas) of the Ministry of Science and Technology (MCYT). *Research Evaluation*, 14 (2): 97-102.

GREENE, M. (2007). The demise of the lone author. *Nature*, 450: 1165.

GRUPO SCIMAGO. (2006a). Producción española con visibilidad internacional (ISI-WOS) en biblioteconomía y documentación (I). *El Profesional de la Información*, 14 (6): 459-461.

GRUPO SCIMAGO. (2006b). Producción española con visibilidad internacional (ISI-WOS) en biblioteconomía y documentación (II). *El Profesional de la Información*, 15 (1): 34-36.

GRUPO SCIMAGO. (2006c). Producción ISI y tramos de investigación: cómo combinarlo en un nuevo indicador. *El Profesional de la Información*, 15 (3): 227-228.

GRUPO SCIMAGO. (2007). *SJR — SCImago Journal & Country Rank*. <<http://www.scimagojr.com>> [Consultado el 23/4/2008].

GUIMARAES, T. (1998). Assessing research productivity : important but neglected considerations. *Decision Line*, 29 (3): 18-22.

HANSSON, F. (2006). Organizational Use of Evaluations: Governance and Control in Research Evaluation. *Evaluation*, 12 (2): 159-178.

HARA, N.; SOLOMON, P.; KIM, S.-L. y SONNENWALD, D. H. (2003). An Emerging View of Scientific Collaboration: Scientists' Perspectives on Collaboration and Factors that Impact Collaboration. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 54 (10): 952-965.

HARGENS, L. L. y SCHUMAN, H. (1990). Citation Counts and Social Comparisons: Scientists' Use and Evaluation of Citation Index Data. *Social Science Research*, 19: 205-221.

- HARTLEY, J. (2005). Refereeing and the single author. *Journal of Information Science*, 31 (3): 251-256.
- HAVEMAN, F. (1996). Changing publication behaviour of east and central european scientists and the impact of their papers. *Information processing and management*, 32 (4): 489-496.
- HEMLIN, S. y GUSTAFSSON, M. (1996). Research production in the arts and humanities: a questionnaire study of factors influencing research performance. *Scientometrics*, 37 (3): 417-432.
- HERBEESTEIN, F. H. (1993). Measuring publications output and publications impact of faculty members of a university chemistry department. *Scientometrics*, 28 (3): 349-373.
- HERBERTZ, H. (1995). Does it pay to cooperate? : a bibliometric case study in molecular biology. *Scientometrics*, 33 (1): 117-122.
- HERBERTZ, H. y MÜLLER-HILL, B. (1995). Quality and efficiency of basic research in molecular biology. A bibliometric analysis of thirteen excellent research institutes. *Research Policy*, 24 (6): 959-979.
- HERMANOWICZ, J. C. (2007). Argument and Outline for the Sociology of Scientific (and Other) Careers. *Social Studies of Science*, 37 (4): 625-646.
- HICKS, D.; TOMIZAWA, H.; SAITOH, Y. y KOBAYASHI, S. (2004). Bibliometric techniques in the evaluation of federally funded research in the United States. *Research Evaluation*, 13 (2): 76-86.
- HINZE, S.; AKSNES, D. W. y SIVERTSEN, G., (2001). *Bibliometric Analysis of Norwegian Research Activities*. Karlsruhe (Alemania): Fraunhofer: Institute Systems and Innovation Research.
- HIRSCH, J. E. (2005). An index to quantify an individual's scientific research output. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102 (46): 16569-16572.
- HOEN, W. P.; WALVOORT, H. C. y OVERBEKE, A. J. P. M. (1998). What are the factors determining authorship and the order of the author's names? *The Journal of the American Medical Association*, 280 (3): 217-218.
- HOLDEN, G.; ROSENBERG, G. y BARKER, K. (2005). Bibliometrics: A potential decision making aid in hiring, reappointment, tenure and promotion decisions. *Social Work in Health Care*, 41 (3-4): 67-92 .
- HOOD, W. W. y WILSON, C. S. (2003). Informetric studies using databases: Opportunities and challenges. *Scientometrics*, 58 (3): 587-608.
- HUBER, J. C. y WAGNER-DÖBLER, R. (2001). Scientific production: A statistical analysis of authors in mathematical logic. *Scientometrics*, 50 (2): 323-337.

- IGLESIAS, J. E. y PECHARROMÁN, C. (2007). Scaling the h-index for different scientific ISI fields. *Scientometrics*, 73 (3): 303-320.
- IM, K. S.; KIM, K. Y. y KIM, J. S. (1998a). An assessment of individual and institutional research productivity in MIS. *Decision Line*, 29 (1): 8-12.
- IM, K. S.; KIM, K. Y. y KIM, J. S. (1998b). A response to Assessing research productivity : important but neglected considerations. *Decision Line*, September/October: 12-15.
- IRIBARREN-MAESTRO, I. (2006). *Producción científica y visibilidad de los investigadores de la Universidad Carlos III de Madrid en las bases de datos del ISI, 1997-2003*. [Tesis Doctoral]. Madrid: Universidad Carlos III de Madrid.
- IOANNIDIS, J. P. A. (2006). Concentration of the Most-Cited Papers in the Scientific Literature: Analysis of Journals Ecosystems. *PLoS ONE*, 1 (1). <<http://www.plosone.org/article/info:doi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0000005>> [Consultado el 8/4/2008].
- JACOB, J. H.; LEHRL, S. y HENKEL, A. W. (2007). Early recognition of high quality researchers of the German psyquatry by worldwide accessible bibliometric indicators. *Scientometrics*, 73 (2): 117-130.
- JANICK, J. (1991). Citations and Careers. *Science*, 252 (5014): 1769.
- JAPPE, A. (2007). Explaining international collaboration in global environmental change research. *Scientometrics*, 71 (3): 367-390.
- JIANG, Y. (2008). Locating active actors in the scientific collaboration communities based on interaction topology analyses. *Scientometrics*, 74 (3): 471-482.
- JIMÉNEZ-CONTRERAS, E.; DELGADO LÓPEZ-CÓZAR, E.; RUIZ-PÉREZ, R. y FERNÁNDEZ, V. M. (2002). Impact-factor rewards affect Spanish research. *Nature*, 417: 898.
- JIMÉNEZ CONTRERAS, E.; DELGADO LÓPEZ-CÓZAR, E. y RUIZ PÉREZ, R. (2006). Producción española en biblioteconomía y documentación con visibilidad internacional a través del Web of Science (1994-2004). *El Profesional de la Información*, 15 (5): 373-383.
- JIMÉNEZ CONTRERAS, E. y MOYA ANEGÓN, F. (1997). Análisis de la autoría en revistas españolas de biblioteconomía y documentación : 1975-1995. *Revista Española de Documentación Científica*, 20 (3): 252-266.
- JIMÉNEZ CONTRERAS, E.; MOYA ANEGÓN, F. d. y DELGADO LÓPEZ-CÓZAR, E. (2003). The evolution of research activity in Spain: the impact of the National Commission for the Evaluation Research Activity (CNEAI). *Research Policy*, 32 (1): 123-142.
- JIN, B.; LIANG, L.; ROUSSEAU, R. y EGGHE, L. (2007). The R- and AR-

- indices: complementing the h-index. *Chinese Science Bulletin*, 52 (6): 855-863.
- JONES, A. W. (2005). Crème de la crème in forensic science and legal medicine: The most highly cited articles, author and journals 1981-2003. *International Journal of Legal Medicine*, 119 (2): 59-65.
- KALTENBORN, K.-F. y KUHN, K. (2004). The journal impact factor as a parameter for the evaluation of researchers and research. *Revista Española de Enfermedades Digestivas*, 96 (7): 460-476.
- KALYANE, V. L. y MUNNOLLI, S. S. (1995). Scientometric portrait of T.S. West. *Scientometrics*, 33 (2): 233-256.
- KARKI, M. M. S. (1990). Environmental science research in India: an analysis of publications. *Scientometrics*, 18 (5-6): 363-373.
- KATZ, J. S. (1999). The self-similar science System. *Research Policy*, 28: 501-517.
- KATZ, J. S. (2000). Scale-independent indicators and research evaluation. *Science and Public Policy*, 27 (1): 23-36.
- KATZ, J. S. (2005). Scale independent bibliometric indicators. *Measurement*, 3 (1): 24-28.
- KATZ, J. S. y HICKS, D. (1997a). Desktop scientometrics. *Scientometrics*, 38 (1): 141-153.
- KATZ, J. S. y HICKS, D. (1997b). How much is a collaboration worth? A calibrated bibliometric model. *Scientometrics*, 40 (3): 541-554363.
- KATZ, J. S. y MARTIN, B. R. (1997). What is research collaboration? *Research Policy*, 26: 1-18.
- KELLY, C. D. y JENNIONS, M. D. (2006). The h index and career assessment by numbers. *Trends in Ecology and Evolution*, 21 (4): 167-170.
- KEMPER, S. (2001). A passion for reputation, a taste for originality. *Evaluation Research Productivity*, (1).  
<<http://www2.ku.edu/~masc/publications/2001whitepaper/kemper.html>>  
[Consultado el 8/4/2008].
- KEMPERS, R. D. (2002). Ethical issues in biomedical publications. *Fertility and Sterility*, 77 (5): 883-888.
- KING, A. (1961). Concerning conferences. *Journal of Documentation*, 17 (2): 69-76.
- KING, D. A. (2004). The scientific impact of nations: What different countries get for their research spending. *Nature*, 430: 311-316.

- KING, J. (1987). A review of bibliometric and other science indicators and their role in research evaluation. *Journal of Information Science*, 13: 261-276.
- KINNEY, A. L. (2007). National scientific facilities and their science impact on nonbiomedical research. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104 (46): 17943-17947.
- KIVINEN, O. y HEDMAN, J. (2008). World-wide university rankings: A Scandinavian approach. *Scientometrics*, 74 (3): 391-408.
- KOCHEN, M.; CRICKMAN, R. y BLAIVAS, A. (1982). Distribution of scientific experts as recognized by peer consensus. *Scientometrics*, 4 (1): 45-56.
- KOENING, M. E. D. (1983). Bibliometric indicators versus expert opinion in assessing research performance. *Journal of the American Society for Information Science*, 34 (2): 136-145.
- KOSTOFF, R. N. y SHLESINGER, M. F. (2005). CAB: Citation-Assisted Background. *Scientometrics*, 62 (2): 199-212.
- KOUSHA, K. y THELWALL, M. (2007). Google Scholar citations and Google Web/URL citations: A multi-discipline exploratory analysis. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 57(6): 1055-1065.
- KRAUSS, J. (2007). Journal self-citation rates in ecological sciences. *Scientometrics*, 73 (1): 79-89.
- KYVIK, S. (2003). Changing trends in publishing behaviour among university faculty, 1980-2000. *Scientometrics*, 58 (1): 35-48.
- LAHERRÈRE, J. y SORNETTE, D. (1998). Stretched exponential distributions in nature and economy: "fat tails" with characteristic scales. *The European Physical Journal B*, 2: 525-539.
- LANGE, L. L. (2001). Citations counts of mult-authored papers - First-named authors and futher authors. *Scientometrics*, 52 (3): 457-470.
- LARDY, J. P. y HERZHAFT, L. (1992). Bibliometric treatments according to bibliographic errors and data heterogeneity: the end-user point of view. *Online Information 92, Proceedings of the Sixteenth International Online Information Meeting*. Oxford: Learned Information.
- LARÉDO, P y MUSTAR, P. (2000). Laboratory activity profiles: An exploratory approach. *Scientometrics*, 47 (3): 515-539.
- LARIVIÈRE, V.; GINGRAS, Y. y ARCHAMBAULT, É. (2006). Canadian collaboration networks: A comparative analysis of the natural sciences, social sciences and the humanities. *Scientometrics*, 68 (3): 519-533.
- LAUDEL, G. (2002). What do we measury by co-authorships? *Research Evaluation*, 11 (1): 3-15.

- LAVANIA, U. C. (2007). Authorship accountability. *Nature*, 450: 758.
- LAWANI, S. M. y BAYER, A. E. (1983). Validity of citation criteria for assessing the influence of scientific publications: new evidence with peer assessment. *Journal of the American Society for Information Science*, 34 (1): 59-66.
- LAWRENCE, P. A. (2002). Rank injustice: The misallocation of credit is endemic science. *Nature*, 415 (21): 835-836.
- LAWRENCE, P. A. (2007). The mismeasurement of science. *Current Biology*, 17 (5): R583-R585.
- LAZEGA, E.; MOUNIER, L.; JOURDA, M.-T. y STOFER, R. (2006). Organizational vs. personal social capital in scientists' performance: A multi-level network study of elite French cancer researchers (1996-1998). *Scientometrics*, 67 (1): 27-44.
- LEARY, R. A. (1985). A framework for assessing and rewarding a scientist's research productivity. *Scientometrics*, 7 (1-2): 29-38.
- LEE, D. L.; CHUANG, H. y SEAMONS, K. (1997). Document Ranking and the Vector-Space Model. *IEEE Software*, 67-75.
- LEE, S. y BOZEMAN, B. (2005). The Impact of Research Collaboration on Scientific Productivity. *Social Studies of Science*, 35 (5): 673-702.
- LEHMAN, S.; JACKSON, A. D. y LAUTRUP, B. E. (2006). Measures for measures. *Nature*, 444 (7122): 1003-1004.
- LEHMANN, S.; JACKSON, A. D. y LAUTRUP, B. E. (2007). A Quantitative analysis of measures of quality in science. *arXiv:physics/0701311v1*. <<http://arxiv.org/abs/physics/0701311>> [Consultado el 18/4/2008]
- LEIMU, R. y KORICHEVA, J. (2005a). Does Scientific Collaboration Increase the Impact of Ecological Articles? *BioScience*, 55 (5): 438-443.
- LEIMU, R. y KORICHEVA, J. (2005b). What determines the citation frequency of ecological papers? *Trends in Ecology and Evolution*, 20 (1): 28-32.
- LETA, J. y LEWISON, G. (2003). The contribution of women in Brazilian science: A case study in astronomy, immunology and oceanography. *Scientometrics*, 57 (3): 339-353.
- LEVIN, S. G. y STEPHAN, P. E. (1991). Research Productivity Over the Life Cycle: Evidence on Academic Scientists. *The American Economic Review*, 81 (1): 114-132.
- LEWISON, G.; COTTRELL, R. y DIXON, D. (1999). Bibliometric indicators to assist the peer review process in grant decisions. *Research Evaluation*, 8 (1): 47-52.

- LEWISON, G.; THORNICROFT, G.; SZMULKER, G. y TANSELLA, M. (2007). Fair assessment of the merits of psychiatric research. *British Journal of Psychiatry*, 190: 314-318.
- LIANG, L. (2006). h-index sequence and h-index matrix: Constructions and applications. *Scientometrics*, 69 (1): 153-159 .
- LIANG, L.; LIU, J. y ROUSSEAU, R. (2004). Name order patterns of graduate candidates and supervisors in Chinese publications: A case study of three major Chinese universities. *Scientometrics*, 61 (1): 3-18.
- LICEA DE ARENAS, J. y VALLES, J. (1997). Perfil de los investigadores en bibliotecología y ciencia de la información acreditados en México. *Revista Española de Documentación Científica*, 20 (2): 139-149.
- LICEA DE ARENAS, J.; VALLES, J. y ARENAS, M. (1999). Profile of the mexican health sciences elite : a bibliometric analisys of research performance. *Scientometrics*, 46 (3): 539-547.
- LONG, J. S. (1978). Productivity and academic position in the scientific career. *American Sociological Review*, 43 (6): 889-908.
- LONG, J. S.; ALLISON, P. D. y MCGINNIS, R. (1993). Rank Advancement in Academic Careers: Sex Differences and the Effects of Productivity. *American Sociological Review*, 58 (5): 703-722.
- LONG, J. S. y MCGINNIS, R. (1981). Organizational context and scientific productivity. *American Sociological Review*, 46 (4): 422-442.
- LÓPEZ FACAL, J.; UGALDE, U.; ZAPATA, A. y SEBASTIÁN, J. (2006). Dinámica de la política científica española y evolución de los actores institucionales. SEBASTIÁN, J. y MUÑOZ, E., eds. *Radiografía de la investigación pública en España*. Madrid: Biblioteca Nueva.
- LOZANO GUADALAJARA, J. V. y SÁEZ GÓMEZ, J. M. (1999). La productividad de los autores nacionales de Rehabilitación (Madr) en el período 1967-1995. *Rehabilitación*, 33 (1): 21-24.
- LUNDBERG, J. (2007). Lifting the crown - citation z-score. *Journal of Informetrics*, 1 (2): 145-154.
- LUUKKONEN, T. (1992). Is scientists' publishing behaviour reward-seeking? *Scientometrics*, 24 (2): 297-319
- LUUKKONEN-GRONOW, T. (1987). Scientific research evaluation: a review of methods and various contexts of their application. *R&D Management*, 17 (3): 207-220.
- LUWEL, M. y MOED, H. F. (1998). Publication delays in the scientific field and the their relationship to the ageing of scientific literature. *Scientometrics*, 41 (1-2): 29-40.



- MA, N. y GUAN, J. (2005). An exploratory study on collaboration profiles of Chinese publications in Molecular Biology. *Scientometrics*, 65 (3): 343-355.
- MACÍAS-CHAPULA, C. A.; MENDOZA-GUERRERO, J. A.; RODEA-CASTRO, I. P. y GUTIÉRREZ-CARRASCO, A. (2006). Construcción de una metodología para identificar investigadores mexicanos en bases de datos de ISI. *Revista Española de Documentación Científica*, 29 (2): -220-238.
- MACROBERTS, M. H. y MACROBERTS BARBARA R. (1989). Citation analysis and the science policy arena. *Trends in Biochemical Science*, 14 (1): 8-12.
- MAGRI, M.-H. y SOLARI, A. (1996). The SCI Journal Citation Reports: a potential tool for studying journals. I. Description of the JCR journal population based on the number of citations received, number of source items, impact factor, immediacy index and cited-half life. *Scientometrics*, 35 (1): 93-117.
- MALTRÁS BARBA, Bruno. *Los indicadores bibliométricos: fundamentos y aplicación al análisis de la ciencia*. Gijón: Trea, 2003.
- MANGEMATIN, V. (2000). PhD job market: professional trajectories and incentives during the PhD. *Research Policy*, 29: 741-756.
- MARTIN, B. (1990). On the Neglect of Scientists with Low Research Productivity. *Science, Technology & Human Valued*, 15 (1): 120-121.
- MARTIN, B. R. (1996). The use of multiple indicators in the assessment of basic research. *Scientometrics*, 36 (3): 343-362.
- MARTIN, B. R. e IRVINE, J. (1983). Assesing basic research: some partial indicators of scientific progress in radio astronomy. *Research Policy*, 12: 61-90.
- MARTIN SEMPERE, M. J.; REY ROCHA, J. y GARZÓN GARCÍA, B. (2002). The effect of team consolidation on research collaboration and performance of scientists. Case study of Spanish university researchers in geology. *Scientometrics*. 55 (3): 377-394.
- MARTÍNEZ, M.; SÁEZ GÓMEZ, J. M. y GARCÍA-MEDINA, V. (1997). Productividad de los autores españoles en radiodiagnóstico : análisis bibliométrico a través de la revista Radiología (1984-1993). *Radiología*, 39 (6): 417-421.
- MAULEÓN, E. (2005). *Indicadores bibliométricos por género en el CSIC: estudio de tres áreas científico-técnicas*. [Tesina]. Getafe: Universidad Carlos III de Madrid.
- MAULEÓN, E. y BORDONS, M. (2006). Productivity, impact and publication habits by gender in the area of Materials Science. *Scientometrics*, 66 (1): 199-218.

- MAULEÓN, E. y BORDONS, M. (2007). Women involvement in editorial board of Mathematics Journals. *11<sup>th</sup> International Conference of the International Society for Scientometrics and Informetrics*. Madrid: CINDOC-CSIC: 552-557.
- MAULEÓN, E.; OPPENHEIM, C. y BORDONS, M. (2008). The effect on research staff success in life sciences in the Spanish National Research Council (CSIC). *Research Evaluation*, (en prensa).
- MCALLISTER, P. R.; ANDERSON, R. C. y NARIN, F. (1980). Comparison of peer and citation assessment of the influence of scientific journal. *Journal of the American Society for Information Science*, 31 (3): 147-152.
- MCCAIN, K. (2008). Assessing an author's influence using time series historiographic mapping: The oeuvre of Conrad Hal Waddington (1905-1975). *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 59 (4): 510-525.
- MELIN, G. (2000). Pragmatism and self-organization: research collaboration on the individual level. *Research Policy*, 29: 31-40.
- MELO, A. S.; BINI, L. M. y CARVALHO, P. (2006). Brazilian articles in international journals on Limnology. *Scientometrics*, 67 (2): 187-199.
- MERTON, R. K. (1968). The Matthew effect in science. *Science*, 159 (3810): 56-63.
- MELTZER, B. N. (1949). The productivity of social scientists. *The American Journal of Sociology*, 55 (1): 25-29.
- MEYER, M. (2006). Are patenting scientists the better scholars? An exploratory comparison of inventor-authors with their non-inventing peers in nano-science and technology. *Research Policy*, 35: 1646-1662.
- MINASNY, B.; MCBRATNEY, A. y HARTEMINK, A. (2007). How much do we love cite ourselves? *Pedomeron*, 22: 11-13.
- MINGERS, J. y BURRELL, Q. L. (2006). Modelling citation behavior in Management Science journals. *Information Processing & Management*, 42: 1451-1464.
- MISHRA, D. C. (2008). Citations: rankings weigh against developing nations. *Nature*, 451 (17): 244.
- MORAVCSICK, M. J. (1989). ¿Cómo evaluar la ciencia y a los científicos? *Revista Española de Documentación Científica*, 12 (3): 313-325.
- MOED, H. F. (2000). Bibliometric indicators reflect publication and management strategies. *Scientometrics*, 47 (2): 323-346.
- MOED, H. F. (2005a). *Citation Analysis in Research Evaluation*. The Netherlands: Springer.

- MOED, H. F. (2005b). Citation analysis of scientific journals and journal impact measures. *Current Science*, 89 (12): 1990-1996.
- MOED, H. F.; BURGER, W. J. M.; FRANKFORT, J. G. y VAN RAAN, A. F. J. (1985). The use of bibliometric data for the measurement of university research performance. *Research Policy*, 14: 131-149.
- MOED, H. F. ; DE BRUIN, R. E. y VAN LEEUWEN, Th. N. (1995). New bibliometric tools for the assessment of national research performance: database description, overview of indicators and first applications. *Scientometrics*, 33 (3): 381-422.
- MOLINARI, J. F. y MOLINARI, A. (2008). A new methodology for ranking scientific institutions. *Scientometrics*, 75 (1): 163-174.
- MONASTERSKY, R. (2005). Impact Factors run into competition: researchers look for other ways to evaluate paper's importance. *The Chronicle of higher education: Research and Books*, 52 (8): A17 .
- MORA, J.-G. (2001). The academic profession in Spain: Between the civil service and the market. *Higher Education*, 41: 131-155.
- MORAVCSIK, M. J. (1989). ¿Cómo evaluar la ciencia y a los científicos? *Revista Española de Documentación Científica*, 12 (3): 313-325.
- MORILLO, F.; BORDONS, M. y GÓMEZ, I. (2001). An approach to interdisciplinarity through bibliometric indicators. *Scientometrics*, 51 (1): 203-222.
- MORILLO, F.; BORDONS, M. y GÓMEZ, M. (2003). Interdisciplinarity in Science: A Tentative Typology of Disciplines and Research Areas. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 54 (13): 1237-1249.
- MORILLO ARIZA, F. (1998). *Estudio bibliométrico de revistas españolas de ciencia, tecnología y medicina, de elevada difusión internacional* [Tesis Doctoral]. Getafe (Madrid): Universidad Carlos III.
- MOYA ANEGÓN, F. y JIMÉNEZ CONTRERAS, E. (1999). Evolución de la producción española en los últimos 25 años. *El Profesional de la Información*, 8 (5): 26-28.
- MULLINS, N. C. (1985). Invisible colleges as science elites. *Scientometrics*, 7 (3-6): 357-368.
- NARIN, F. (1976). *Evaluative Bibliometrics: The use of publication and citation analysis in the evaluation of Scientific activity*. New Jersey: Computer Horizons.
- NARIN, F. y HAMILTON, K. S. (1996). Bibliometric performance measures. *Scientometrics*, 36 (3): 293-310.

- NARIN, F.; STEVENS, K. y WITHLOW, E. S. (1991). Scientific co-operation in Europe and the citation of multinationally authored papers. *Scientometrics*, 21 (3): 313-323.
- NATURE (2005). Rating games. *Nature*, 436 (7053): 889-890.
- NATURE (2007). Ticket scalpers: What would you do if you could publish only 20 papers throughout your career? *Nature*, 13 (10): 1121.
- NATURE (2008). An new Silver Age. *Nature*, 451 (7180): 1029.
- NAVARRO, G.; BAEZA-YATES, R. y ARCOVERDE, J. M. A. (2003). Matchsimile: a Flexible Approximate Matching tool for searching Proper Names. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 54 (1): 3-15.
- NAZAROFF, W. W. (2005). Measuring research productivity. *Indoor Air* , 15: 382.
- NEDERHOF, A. J. (2008). Policy impact of bibliometric ranking of research performance of departments and individuals in economics. *Scientometrics*, 74 (1): 163-174.
- NEDERHOF, A. J. y VAN RAAN, A. F. J. (1987). Peer review and bibliometric indicators of scientific performance: a comparison of cum laude doctorates with ordinary doctorates in physics. *Scientometrics*, 11 (5-6): 333-350.
- NEDERHOF, A. J. y VAN RAAN, A. F. J. (1993a). A bibliometric analysis of six economics research groups : a comparison with peer review. *Research Policy*, 22: 353-368.
- NEDERHOF, A. J. y VAN RAAN, A. F. J. (1993b). Research performance indicators for university departments: a study of an agricultural university. *Scientometrics*, 27 (2): 157-178.
- NICOLAISEN, J. (2007). Citation Analysis. *Annual Review of Information Science and Technology*, 41: 609-641.
- NICOLINI, C.; VAKULA, S.; ITALO BALLA, M. y GANDINI, E. (1995). Can the assignment of university chairs be automated? *Scientometrics*, 32 (2): 93-107.
- NORRIS, M. y OPPENHEIM, C. (2003). Citation counts and the Research Assessment Exercise V: Archaeology and the 2001 RAE. *Journal of Documentation*, 59 (6): 709-730.
- NWAGWU, W. (2006). A bibliometric analysis of productivity patterns of biomedical authors of Nigeria during 1967-2002. *Scientometrics*, 69 (2): 259-269.
- OCDE (2003). *Manual de Frascati 2002*. Madrid: FECYT.

- OPPENHEIM, C. (2007). Using h-index to rank influential British researchers in information science and librarianship. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 58 (2): 297-301.
- ORBAY, M.; KARAMUSTAFAOGLU, O. y ÖNER, F. (2007). What does Hirsch index evolution explain us? A case study: Turkish Journal of Chemistry. *Biblios*, 8 (27): 1-5.
- OSAREH, F. y WILSON, C. S. (2001). Iranian scientific publications: Collaboration, growth and development from 1985 to 1999. *8th International Conference on Scientometrics and Informetric*. Sydney: University of New South Wales: 499-509.
- OTTE, E. y ROUSSEAU, R. (2002). Social network analysis: a powerful strategy, also for the information sciences. *Journal of Information Science*, 28 (6): 441-453.
- PATMAN, F. y THOMPSON, P. (2003). *Names: A new frontier in text mining. NSF/NIS Symposium and Intelligence and Security Informatics, Lecture Notes in Computer Science*. Berlin: Springer-Verlag.
- PEREIRA, J. C. R.; VASCONCELLOS, J. P.; FURUSAWA, L. F. y BARBATI, A. d. M. (2007). Who's who and what's what in Brazilian Public Health in Sciences. *Scientometrics*, 73 (1): 37-52.
- PEREIRA DE ARAÚJO, A. F. (2007). Increasing discrepancy between absolute and effective indexes of research output in a Brazilian academic department: strong evidence of inadequate national criteria for the evaluation of scientific production? *Scientometrics*, 74 (3): 425-437.
- PÉREZ ÁLVAREZ-OSSORIO, J. R.; MARTÍN SEMPERE, M. J.; FERNÁNDEZ, M. T.; VÁZQUEZ, M.; GALBÁN, C.; PLAZA, L.; AGUILLO, I.; RONDA, C.; CABRERO, A.; HERNANDEZ, S. y GÓMEZ, I. (1997). Análisis de la producción científica española en ecología y medio ambiente : 1989-1993. *Revista Española de Documentación Científica*, 20 (4): 363-375.
- PERIANES-RODRÍGUEZ, A. (2007). Analysis and visualization of network applied to the study of scientific collaboration in research groups: Carlos III University of Madrid (ISI, Web of Science, 1990-2004). [Tesis Doctoral]. Madrid: Carlos III University.
- PERSSE, O. y ASTROM, F. (2005). Most cited universities and authors in Library & Information Science 1990-2004. *Bibliometric Notes*, 7 (2)
- PERSSE, O.; GLÄNZEL, W. y DANELL, R. (2004). Inflationary bibliometric values: The role of scientific collaboration and the need for relative indicators in evaluative studies. *Scientometrics*, 60 (3): 421-432.
- PICHAPPAN, P. y SARASVADY, S. (2002). The other side of the coin: the intricacies of author self-citations. *Scientometrics*, 54 (2): 285-290.
- PIENAAR, M.; BLANKLEY, W.; SCHIRGE, G. U. y GRUENEWALDT, G. v.

- (2000). The South African system of evaluating and rating individual researchers : its merits, shortcomings, impact and future. *Research Evaluation*, 8 (1): 27-36.
- PITERNICK, A. B. (1992). Name of an author! *The Index*, 18 (2): 95-100.
- PLOMP R (1994). The highly cited papers of professors as an indicator of a research group's scientific performance. *Scientometrics*-. 29 (3) Mar-Apr 94, p.377-93. *il.tables.refs.*, 29 (3): 377-393.
- PODLUBNY, I. (2005). Comparison of scientific impact expressed by the number of citations in different fields of science. *Scientometrics*, 64 (1): 95-99.
- PODLUBNY, I. y KASSAYOVA, K. (2006). Towards a better list of citation superstars: compiling a multidisciplinary list of highly cited researchers. *Research Evaluation*, 15 (3): 154-162.
- POPOV, S. B. (2005). A parameter to quantify dynamics of a researcher's scientific activity. *ArXiv:physics/0508113*. <<http://arxiv.org/abs/physics/0508113>> [Consultado el 8/4/2008]
- PORTER, A. L.; COHEN, A. S.; ROESSNER, D. y PERREAULT, M. (2007). Measuring researcher interdisciplinarity. *Scientometrics*, 72 (1): 117-147.
- PORTER, A. L.; ROESSNER, J. D.; COHEN, A. S. y PERREAULT, M. (2006). Interdisciplinary research: meanings, metrics and nurture. *Research Evaluation*, 15 (3): 187-195.
- PRAVDIC, N. y OLUIC-VUKOVIC, V. (1991). Distribution of scientific productivity: ambiguities in the assignment of author rank. *Scientometrics*, 20 (1): 131-144.
- PRPIC, K. (1996). Characteristics and determinants of eminent scientists' productivity. *Scientometrics*, 36 (1): 185-206.
- PRPIC, K. (2000). The publication productivity of young scientists: an empirical study. *Scientometrics*, 49 (3): 453-490.
- PURVIS, A. (2006). The h index: playing the numbers game. *Trends in Ecology and Evolution*, 21 (8): 422.
- QURASHI, M. M. (1991). Publication rate and size of two prolific research groups in departments of inorganic chemistry at Dacca University (1944-1965) and zoology at Karachi University (1966-1984). *Scientometrics*, 20 (1): 79-92.
- REN, W.-H. (2000). Attending to the Relational Aspects of the Faculty Citation Search. *The Journal of the Academic Librarianship*, 26 (2): 119-123.
- RENNIE, D.; YANK, V. y EMANUEL, L. (1997). When authorship fails: a proposal to make contributors accountable. *Journal of American Medical*

- Association*, 278 (7): 579-585.
- RESKIN, B. F. (1977). Scientific productivity and the reward structure of science. *Amercian sociological review*, 42 (3): 491-504.
- RESKIN, B. F. (1979). Academic sponsorship and scientists' career. *Sociology of Education*, 52 (3): 129-146.
- REY-ROCHA, J.; GARZÓN-GARCÍA, B. y MARTÍN-SEMPERE, M. J. (2006). Scientists' performance and consolidation of research teams in Biology and Biomedicine at the Spanish Council for Scientific Research. *Scientometrics*, 69 (2): 183-212.
- REY ROCHA, J. y MARTÍN SEMPERE, M. J. (1999). The role of domestic journals in geographically-oriented disciplines: the case of spanish journals on earth sciences. *Scientometrics*, 45 (2): 203-216.
- REY-ROCHA, J.; MARTIN-SEMPERE, M.J. y GARZON, B. (2002). Research productivity of scientists in consolidated vs. non consolidated teams: the case of Spanish university geologists. *Scientometrics*, 55 (1): 137-156.
- REY ROCHA, J.; MARTÍN SEMPERE, M. J. y LÓPEZ VERA, F. (1999). ¿Es adecuado el sistema español de evaluación de la actividad investigadora para su aplicación a las ciencias de la tierra y otros campos afines? *Estudios Geológicos*, 55 (3-4): 191-200.
- RINIA, E. J.; VAN LEEUWEN, T. N. y VAN RAAN, A. F. J. (2002). Impact measures of interdisciplinary research in physics. *Scientometrics*, 53 (2): 241-248.
- RINIA, E. J.; VAN LEEUWEN, T. N.; VAN VUREN, H. G. y VAN RAAN, A. F. J. (1998). Comparative analysis of a set of bibliometric indicators and central peer review criteria: Evaluation of condensed matter physics in the Netherlands. *Research Policy*, 27: 95-107.
- RINIA, E. J.; VAN LEEUWEN, T. N.; VAN VUREN, H. G. y VAN RAAN, A. F. J. (2001). Influence of interdisciplinarity on peer review and bibliometric evaluations. *Research Policy*, 30: 357-361.
- RODRÍGUEZ, K. y MOREIRO, J. A. (1996). The growth and development of research in the field of ecology. *Scientometrics*, 35 (1): 59-70.
- RODRÍGUEZ RUIZ, O. (2006). Por qué he dejado de creer en la evaluación basada en las citas científicas. *Revista de Investigación en Gestión de la Innovación y Tecnología*, (37).  
<<http://www.madrimasd.org/revista/revista37/aula/aula2.asp>> [Consultado el 8/4/2008]
- ROEDIGER, H. L. (2006). The h index in Science: A new measure of Scholarly contribution. *The Academic Observer*, 19 (4).  
<<http://www.psychologicalscience.org/observer/getArticle.cfm?id=1971>> [Consultado el 9/4/2008].

- ROJO, J. M. (1999). Peer review - Experiences at national and european level. *Scientometrics*, 45 (3): 497-500.
- ROMÁN ROMÁN, A.; VÁZQUEZ VALERO, M. y URDÍN CAMINO, C. (2002). Los criterios de calidad editorial de Latindex en el marco de la evaluación de las revistas españolas de humanidades y ciencias sociales. *Revista Española de Documentación Científica*, 25 (3): 286-307.
- ROUSSEAU, R. (2006). A case study: evolution of JASIS' Hirsch index. *Science Focus*, 1 (1): 16-17.
- ROUSSEAU, R. (2007). The influence of missing publications on the Hirsch index. *Journal of Informetrics*, 1 (1): 2-7 .
- ROYLE, J.; COLES, L.; WILLIAMS, D. y EVANS, P. (2007). Publishing in international journals: An examination of trends in Chinese co-authorship. *Scientometrics*, 71 (1): 59-86.
- RUÍZ PÉREZ, R.; DELGADO LÓPEZ-CÓZAR, D. y JIMÉNEZ CONTRERAS, E. (2002). Spanish personal name variations in national and international biomedical databases: implications for information retrieval and bibliometric studies. *Journal of Medical Library Association*, 90 (4): 411-430.
- RUÍZ PÉREZ, R. y PINTO MOLINA, M. (1990). *Directrices fundamentales para la normalización*. Granada: Universidad.
- SAAD, G. (2006). Exploring the h-index at the author and journal levels using bibliometric data of productive consumer scholars and business related journals respectively. *Scientometrics*, 69 (1): 117-120.
- SÁEZ GÓMEZ, J. M.; GÓMEZ TERRADILLOS, D.; RAMÍREZ ROMERO, P. y VALERA CANDEL, M. (1999). Autores digestivos en los trabajos españoles de cirugía digestiva (1991-1995). *Revista Española de Documentación Científica*, 23 (3): 348-356.
- SANCHO, R. (1990). Indicadores bibliométricos utilizados en la evaluación de la ciencia y la tecnología : revisión bibliográfica. *Revista Española de Documentación Científica*, 13 (3-4): 842-865.
- SANZ-CASADO, E.; MARTÍN-MORENO, C.; GARCÍA-ZORITA, C.; SUÁREZ-BALSEIRO, C. y LASCURAIN-SÁNCHEZ, M. L. (2002). La actividad científica española en ciencias médicas en el periodo 1991-2002. *ACIMED*, 10 (1): 3-15.
- SANZ-MENÉNDEZ, L. (1995). Research actors and the state: research evaluation and evaluation of science and technology policies in Spain. *Research Evaluation*, 5 (1): 79-88.
- SANZ MENÉNDEZ, L. (2003). Coping with researchers' labour market problems through public policy: The Spanish Ramón y Cajal Programme. Working Paper 03-15 <<http://www.iesam.csic.es/doctrab2/dt-0315.pdf>>



[Consultado el 21/4/2008]..

- SANZ MENÉNDEZ, L. (2004). Evaluación de la investigación y sistema de ciencia. *Boletín de la Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular*, 140: 6-10.
- SANZ MENÉNDEZ, L. y CASTELLS, M. (1991). Presente y perspectivas de la investigación en los organismos públicos de investigación en España, con especial referencia al CSIC: síntesis y recomendaciones del seminario de Miraflores. 19-20 de octubre de 1990. *Arbor: ciencia, pensamiento y cultura*, 546: 75-87.
- SANZ MENÉNDEZ, L. y MUÑOZ RUÍZ, E. (1992). Las políticas científicas y tecnológicas en España: desde la autarquía hasta la transición. *Alfoz*, 94-95: 46-62.
- SANZ MENÉNDEZ, L. y PFRETZSCHNER, J. (1992). Política científica y gestión de la investigación: El CSIC (1986-1990) en el sistema español de ciencia y tecnología. *Arbor*, CXLII (557): 9-51.
- SANZ MENÉNDEZ, L. y SANTESMASES, M. J. (1996). Ciencia y política: Interacciones entre el Estado y el sistema de investigación. *Zona Abierta*, 75-76: 1-20.
- SARDÁ, F. (2003). La evaluación de la actividad científica de los investigadores. *API del CSIC*, 7. <<http://www.csic.es/asociaciones/api/b17/evaluacion.htm>> [Consultado el 20/9/2003].
- SATYANARAYANA, K. y RATNAKAR, K. V. (1989). Authorship patterns in life science, preclinical basic and clinical research papers. *Scientometrics*, 17 (3-4): 363-371.
- SCHARNHORST, A. y THELWALL, M. (2005). Citation and hyperlink networks. *Current Science*, 89 (9): 1518-1524.
- SCHMOCH, U. y SCHUBERT, T. (2008). Are international co-publications an indicator for quality of scientific research? *Scientometrics*, 74 (3): 361-377.
- SCHREIBER, M. (2007). A case study of the Hirsch index for 26 non-prominent physicists. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 16 (9): 640-652.
- SCHUBERT, A. (2007). Successive h-indices. *Scientometrics*, 70 (1): 201-205.
- SCHUBERT, A. y BRAUN, A. (1986). Relative indicators and relational charts for comparative assessment of publication output and citation impact. *Scientometrics*, 9 (5-6): 281-291.
- SCHUBERT, A. y BRAUN, T. (1993). Reference standards for citation based assessments. *Scientometrics*, 26 (1): 21-35.

- SCHUBERT, A.; GLÄNZEL, W. y BRAUN, T. (1989). Scientometric datafiles. A comprehensive set of indicators on 2649 journals and 96 countries in all major sciences fields and subfields: 1981-1985. *Scientometrics*, 16 (1-6): 3-478.
- SCHUBERT, A.; GLÄNZEL, W. y THIJS, B. (2006). The weight of author self-citations. A fractional approach to self-citation counting. *Scientometrics*, 67 (3): 503-514.
- SEGLIN, P. O. (1992). The skewness of science. *Journal of the American Society for Information Science*, 43 (9): 628-638.
- SEGLIN, P. O. (1994). Causal relationship between article citedness and journal impact. *Journal of the American Society for Information Science*, 45 (1): 1-11.
- SEGLIN, P. O. (1997). Why the impact factor of journals should not be used for evaluating research. *British Medical Journal*, 314: 498-502.
- SEGLIN, P. O. y AKSNES, D. W. (2000). Scientific productivity and group size: a bibliometric analysis of Norwegian microbiological research. *Scientometrics*, 49 (1): 125-43.
- SGESE, Subdirección General de Estudios del Sector Exterior. (2003). La fuga de cerebros. *Boletín Económico del ICE*, 2775: 3-7.
- SHAPIRO, D. W.; WENGER, N. S. y SHAPIRO, M. F. (1994). The Contributions of Authors to Multiauthored Biomedical Research Papers. *Journal of American Medical Association*, 271 (6): 438-442.
- SIDIROPOULOS, A.; KATSAROS, D. y MANOLOPOULOS, Y. (2007). Generalized Hirsch h-index for disclosing latent facts in citation networks. *Scientometrics*, 72 (2): 253-280.
- SIMONTON, D. K. (1984). Scientific eminence historical and contemporary : a measurement assessment. *Scientometrics*, 6 (3): 169-182.
- SJTU, Shanghai Jiao Tong University. (2007). Academic Ranking of World Universities  
<<http://www.arwu.org/rank/2007/ARWU2007Methodology.htm>>  
[Consultado el 8/4/2008].
- SMALL, H.; KUSHMERICK, A. y BENSON, D. (2008). Scientists' preceptions of the social and political implications of their research. *Scientometrics*, 74 (2): 207-221.
- SNIZEK, W. E. (1995). Some observations on the use of bibliometric indicators in the assignment of university chairs. *Scientometrics*, 32 (2): 117-120.
- SO, C. Y. K. (1998). Citation ranking versus expert judgment in evaluating communication scholars : effects of research specialty size and individual prominece. *Scientometrics*, 41 (3): 325-333.

- SOLARI, A. y MAGRI, M. H. (2000). A new approach to the SCI Journal Citation Reports, a system for evaluating scientific journals. *Scientometrics*, 47 (3): 605-625.
- SOLER, J. M. (2006). Separating the articles of authors with the same name. *ArXiv: cs/0608004v1*. <<http://arxiv.org/abs/cs/0608004v1>> [Consultado el 8/4/2008].
- SOMBATSOMPOP, N.; MARKPIN, T.; BURANATHITI, T.; RATCHATAHIRUN, P.; METHEENUKUL, T.; PREMKAMOLNETR, N. y YOCHAI, W. (2007). Categorization and trend of materials science research from Science Citation Index (SCI) database: A case study of ceramics, metallurgy, and polymer subfields. *Scientometrics*, 71 (2): 283-302.
- SONNERT, G. (1995). What makes a good scientist?: determinants of peer evaluation among biologists. *Social Studies of Science*, 25 (1): 35-55.
- SOUVIRÓN MORENILLA, J. M. (2004). ANECA y la evaluación del profesorado universitario. *Boletín de la Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular*, 140: 16-18.
- SPINAK, E. (1995). Errores ortográficos en el ingreso en Bases de Datos. *Revista Española de Documentación Científica*, 18 (3): 307-319.
- STEELE, T. W. y STIER, J. C. (2000). The Impact of Interdisciplinary Research in the Environmental Sciences: A Forestry case study. *Journal of the American Society for Information Science*, 51 (5): 476-484.
- STEPHAN, P. E. y LEVIN, S. G. (1993). Age and the nobel prize revisited. *Scientometrics*, 28 (3): 387-399.
- SURIYA, M. y MANIMEKALAI, A. (1995). Evaluation of the research productivity of the Marine scientists in Annamalai University: A bibliometric analysis. *Proceedings of the Biennial International Conference of the International Society for Scientometrics and Informetrics*. River Forest (USA). ISSI: 545-54.
- TERRADA, M. L. y NAVARRO, V. (1977). La productividad de los autores españoles de bibliografía médica. *Revista Española de Documentación Científica*, 1 (1): 9-19.
- THELWALL, M. (2005). Webometrics. *Annual Review of Information Science and Technology*, 39: 81-135.
- THELWALL, M. y HARRIES, G. (2003). The connection between the research of a university and counts of links to its web pages: an investigation based upon a classification of the relationships of pages to the research of the host university. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 54 (7): 594-602.
- THOMAS, P. R. y WATKINS, D. S. (1998). Institutional research rankings via bibliometric analysis and direct peer review: a comparative case study with

- policy implications. *Scientometrics*, 41 (3): 335-355.
- TIEN, F. F. y BLACKBURN, R. T. (1996). Faculty Rank System, Research Motivation, and Faculty Research Productivity. *The Journal of Higher Education*, 67 (1): 2-22.
- TIJSEN, R. J. W. (2003). Scoreboards of research excellence. *Research Evaluation*, 12 (2): 91-103.
- TIJSEN, R. J. W.; VISSER, M. S. y VAN LEEUWEN, T. N. (2002). Benchmarking international scientific excellence: are highly cited research papers an appropriate frame of reference? *Scientometrics*, 54 (3): 381-397.
- TODD, P. A. y LADLE, R. J. (2008). Citations: poor practices by authors reduce their value. *Nature*, 451 (17): 244.
- TOMIZAWA, H. y HAYASHI, T. (2006). Constructing a Multi-level Scientometric Indicators System. *Conference Blue Sky II*. (2006).: OCDE
- TORVIK, v. I.; WEEBER, M.; SWANSON, D. R. Y SMALHEISER, N. R. (2005). A probabilistic similarity metric for MEDLINE records: a model for author name disambiguation. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 56 (2): 140-158.
- TORRES-SALINAS, D. (2007). *Diseño de un sistema de información y evaluación científica. Análisis cuantitativo de la actividad investigadora de la Universidad de Navarra en el área de ciencias de la salud: 1994-2005*. [Tesis Doctoral]. Granada: Universidad.
- TORRES-SALINAS, D.; CABEZAS-CLAVIJO, A. y DELGADO-LÓPEZ-CÓZAR, E. (2008). Análisis métrico de los blogs españoles de Biblioteconomía y Documentación (2006-2007). *El Profesional de la Información*, 17 (1): 38-48.
- TRENCHARD, P. M. (1992). Hierarchical bibliometry: a new objective measure of individual scientific performance to replace publication counts and to complement citation measures. *Journal of Information Science*, 18: 69-75.
- TRUEBA, F. J. y GUERRERO, H. (2004). A robust formula to credit authors for their publications. *Scientometrics*, 60 (2): 181-204.
- TURNER, L. y MAIRESSE, J. (2002). Explaining individual productivity differences in public research: How important are non-individual determinants?: An econometric study of French physicists' publications (1986-1997). *Cahiers de la MSE*, 2002 (66). <<http://ceco.polytechnique.fr/COLLOQUES/ETAPE/turner.pdf>> [Consultado el 9/4/2008]
- USPRUNG, H. W. y ZIMMER, M. (2007). Who is the "Platz-Hirsch" of the German Economics profession? A citation analysis. <<http://www2.wiwi.hu-berlin.de/institute/wpol/pdf/WholsThePlatzhirsch.pdf>> [Consultado el 8/4/2008].

- VAN DALEN, H. P. (1997). Measuring giants and dwarfs : assessing the quality of economists. *Scientometrics*, 38 (2): 231-252.
- VAN DALEN, H. P. y HENKENS, K. (2005). Signals in science - On the importance of signaling in gaining attention in science. *Scientometrics*, 64 (2): 209-233.
- VAN LEEUWEN, T. (2004). Descriptive versus evaluative bibliometrics. MOED, H. F. y GLÄNZEL, W., eds. *Handbook of Quantitative Science and Technology Research*. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers: 373-388.
- VAN LEEUWEN, T. N. (2007). Modelling of bibliometric approaches and importance of output verification in research performance assessment. *Research Evaluation*, 16 (2): 93-105.
- VAN LEEUWEN, T. N. y MOED, H. F. (2005). Characteristics of Journal Impact Factors: The effects of uncitedness and citation distribution on the understanding of journal impact factors. *Scientometrics*, 63 (2): 357-371.
- VAN LEEUWEN, T. N.; MOED, H. F.; TIJSSEN, R.; VISSER, M. S. y VAN RAAN, A. F. J. (2001). Language biases in the coverage of the Science Citation Index and its consequences for international comparisons of national research performance. *Scientometrics*, 51 (1): 335-346.
- VAN LEEUWEN, T. N. y TIJSSEN, R. (2007). Strength and weakness of National Science Systems. A bibliometric analysis through cooperation patterns. *11<sup>th</sup> International Conference of the International Society for Scientometrics and Informetrics*. Madrid: CINDOC-CSIC: 469-479.
- VAN LEEUWEN, T. N.; VAN DER WURFF, L. J. y DE CRAEN, A. J. M. (2007). Classification of 'research letters' in general medical journals and its consequences in bibliometric research evaluation process. *Research Evaluation*, 16 (1): 59-63.
- VAN LEEUWEN, T. N.; VAN DER WURFF, L. J. y VAN RAAN, A. F. J. (2001). The use of combined bibliometric methods in research funding policy. *Research Evaluation*, 10 (3): 195-201.
- VAN LEEUWEN, T. N.; VISSER, M. S.; MOED, H. F.; NEDERHOF, T. J. y VAN RAAN, A. F. J. (2003). The Holy Grail of science policy: Exploring and combining bibliometric tools in search of scientific excellence. *Scientometrics*, 57 (2): 257-280.
- VAN RAAN, A. F. J. (1993). Advanced bibliometric methods to assess research performance and scientific development: basic principles and recent practical applications. *Research Evaluation*, 3 (3): 151-166.
- VAN RAAN, A. F. J. (1996). Advanced bibliometric methods as quantitative core of peer review based evaluation and foresight exercises. *Scientometrics*, 36 (3): 397-420.

- VAN RAAN, A. F. J. (1998). The influence of international collaboration on the impact of research results: Some simple mathematical considerations concerning the role of self-citations. *Scientometrics*, 42 (3): 423-428.
- VAN RAAN, A. F. J. (2001). Competition amongst scientists for publication status: Toward a model of scientific publication and citation distribution. *Scientometrics*, 51 (1): 347-357.
- VAN RAAN, A. F. J. (2004a). Measuring Science. MOED, H. F. y GLÄNZEL, W., eds. *Handbook of Quantitative Science and Technology Research*. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers: 19-50.
- VAN RAAN, A. F. J. (2004b). Sleeping Beauties in science. *Scientometrics*, 59 (3): 467-472.
- VAN RAAN, A. F. J. (2005). Fatal attraction: Conceptual and methodological problems in the ranking of universities by bibliometric methods. *Scientometrics*, 62 (1): 133-143.
- VAN RAAN, A. F. J. (2006a). Comparison of the Hirsch-index with standard bibliometric indicators and with peer judgment for 147 chemistry research groups. *Scientometrics*, 67 (3): 491-502.
- VAN RAAN, A. F. J. (2006b). Performance-Related Differences of Bibliometric Statistical Properties of Research Groups: Cumulative Advantages and Hierarchically Layered Networks. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 57 (14): 1919-1935.
- VAN RAAN, A. F. J. (2006c). Statistical properties of Bibliometric indicators: Research group indicator distribution and correlations. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 57 (3): 408-430.
- VAN RAAN, A. F. J. (2008). Scaling rules in the science system: Influence of field-specific citation characteristics on the impact of research groups. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 59 (4): 565-576.
- VANCLAY, J. K. (2006). On the robustness of the h-index. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 58 (10): 1547-1550.
- VARGAS-QUESADA, B.; DE MOYA-ANEGÓN, F.; CHINCHILLA-RODRÍGUEZ, Z.; CORERA, E. y GUERRERO-BOTE, V. (2008). Evolución de la estructura científica española: *ISI Web of Science 1990-2005*. *El Profesional de la Información*, 17 (1): 22-37.
- VÁZQUEZ-CUPEIRO, S. (2006). Gender and academic career trajectories in Spain: From gendered passion to consecration in a Sistema Endogámico? *Employee Relations*, 28 (6): 588-603.
- VENTURA, O. N. y MOMBRÚ, A. W. (2006). Use of bibliometric information. A

- comparison of publication and citation profiles of Full and Associate Professors at a School of Chemistry in Uruguay. *Scientometrics*, 69 (2): 287-313.
- VILLAR, A., (2003). La evaluación de la investigación en Economía. *Revista valenciana de economía y hacienda*, 8: 97-133.
- VINKLER, P. (1988). An attempt of surveying and classifying bibliometric indicators for scientometric purposes . *Scientometrics*, 13 (5-6): 239-259.
- VINKLER, P. (1995). Some aspects of the evaluation of scientific and related performances of individuals. *Scientometrics*, 32 (2): 109-116.
- VINKLER, P. (1996). Model for quantitative selection of relative scientometric impact indicators. *Scientometrics*, 36 (2): 223-236.
- VINKLER, P. (1998). General performance indexes calculated for research institutes of the Hungarian Academy of Sciences based on scientometric indicators. *Scientometrics*, 41 (1-2): 185-200.
- VINKLER, P. (2000). Evaluation of the publication activity of research teams by means of scientometric indicators. *Current Science*, 79 (5): 602-612.
- VINKLER, P. (2006). Composite scientometric indicators for evaluating publications of research institutes. *Scientometrics*, 68 (3): 629-642.
- VINKLER, P. (2007). Eminence of scientists in the light of the h-index and other scientometric indicators. *Journal of Information Science*, 33 (4): 481-491.
- WALFORD, L. (1999). The Research Assessment Exercise: its effect on scholarly journal publishing. *Learned Publishing*, 13 (1): 49-52.
- WALLIN, J. A. (2005). Bibliometric Methods: Pitfalls and Possibilities. *Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology*, 97: 261-275.
- WARNER, J. (2000a). A critical review of the application of citation studies to the Research Assessment Exercises. *Journal of Information Science*, 26 (6): 453-460.
- WARNER, J. (2000b). Research Assessment and citation analysis. *The Scientist*, 14 (21): 39.
- WEINGART, P. (2005). Impact of bibliometrics upon the science system: inadvertent consequences? *Scientometrics* , 62 (1): 117-131.
- WOODING, S.; WILCOX-JAY, K.; LEWISON, G. y GRANT, J. (2006). Co-author inclusion: A novel recursive algorithmic method for dealing with homonyms in bibliometric analysis. *Scientometrics*, 66 (1): 11-21.
- YAGER, K. (2007). Each co-author should sign to reduce risk of fraud. *Nature*, 450: 610.

- YI, H.; AO, X. y HO, Y-S. (2008). Use of citation per publication as an indicator to evaluate pentachlorophenol research. *Scientometrics*, 75 (1): 67-80.
- YIN, L.; KRETSCHMER, H.; HANNEMAN, R. A. y LIU, Z. (2006). Connection and stratification in research collaboration: an analysis of the COLLNET network. *Information Processing & Management*, 42 (6): 1599-1613.
- YOSHIKANE, F.; NOZAWA, T. y TSUJI, K. (2006). Comparative analysis of co-authorship networks considering authors' roles in collaboration: Differences between the theoretical and application areas. *Scientometrics*, 68 (3): 643-655.
- ZANOTTO, E. D. (2006). The scientists pyramid. *Scientometrics*, 69 (1): 175-181.
- ZELLNER, C. (2002). Evaluating the social economic benefits of publicity funded basic research via scientists' career mobility. *Research Evaluation*, 11 (1): 27-35.
- ZUCKERMAN, H. A. (1968). Patterns of Name Ordering among Authors of Scientific Papers: A Study of Social Symbolism and Its Ambiguity. *The American Journal of Sociology*, 74 (3): 276-291.
- ZULUETA, M. A.; CABRERO, A. y BORDONS, M. (1999). Identificación y estudio de grupos de investigación a través de indicadores bibliométricos. *Revista Española de Documentación Científica*, 23 (3): 333-347.



## **Capítulo 8. ANEXOS**

## Anexo 1. Clasificación de las disciplinas del JCR en 11 categorías temáticas generales

Tabla Anexo 1.1. Categorías temáticas generales

Categorías temáticas generales
Agricultura, Biología y Medio Ambiente
Biomedicina
Ciencias Sociales
Física
Humanidades
Ingeniería y Tecnología
Matemáticas
Medicina Clínica
Medicina Social
Multidisciplinar
Química

Tabla Anexo 1.2. Relación entre las Categorías temáticas generales y las Disciplinas JCR

Categorías temáticas generales	Disciplinas JCR
Agricultura, Biología y Medio Ambiente	Agricultura y Ganadería
	Agricultura, Multidisciplinar
	Agricultura, Suelo
	Agronomía
	Biodiversidad
	Biología
	Biología de la Evolución
	Biol. Marina y de Aguas Cont.
	Biotec. y Microbiol. Aplic.
	Botánica
	CC. y Tec. de los Alim.
	Ecología
	Entomología
	Horticultura
	Ingeniería Agrícola
	Limnología
	Medio Ambiente
	Micología
	Ornitología
	Pesca
Biomedicina	Recursos Hídricos
	Silvicultura
	Veterinaria
	Zoología
	Anatomía y Morfología
	Biofísica
	Biología Celular
	Biología del Desarrollo
	Biométodos
	Bioquím. y Biol. Mol.
	Ciencias del Comportamiento

Categorías temáticas generales	Disciplinas JCR
	Endocrinología y Metabolismo
	Farmacología y Farmacia
	Fisiología
	Genética y Herencia
	Inmunología
	Medicina, Investigación
	Microbiología
	Microscopía
	Neurociencias
	Parasitología
	Patología
	Química Médica
	Reproducción
	Virología
Ciencias Sociales	Antropología
	Biblio. y Doc.
	CC. Soc. Interdic.
	Economía
	Educac. e Inv. Educat.
	Estudios Medioambientales
	Ética Médica
	Geografía
	Geografía, Física
	Psicología
	Psicología Biológica
	Psicología del Desarrollo
	Psicología Experimental
	Psicología Multidisciplinar
	Psicología Social
	Sociología
	Temas Sociales
Física	Astronomía y Astrofísica
	Cristalografía
	Espectroscopía
	Física Aplicada
	Fís. Atóm., Mol. y Quím.
	Física Matemática
	Física Nuclear
	Física, Estado Sólido
	Física, Fluidos y Plasma
	Física, Multidisciplinar
	Fís., Part. y Campos
	Geociencias, Multidisciplinar
	Geología
	Geoquímica y Geofísica
	Meteor. y CC. Atmos.
	Mineralogía
	Oceanografía
	Paleontología
	Termodinámica

Categorías temáticas generales	Disciplinas JCR
Humanidades	Arqueología
	Arte
	Historia y Filosofía de la Ciencia
	Humanidades, Multidisciplinar
Ingeniería y Tecnología	CC. de la Imag. y Tec. Fotog.
	CC. Materiales, Carac. y Ensay.
	CC. Materiales, Cerám.
	CC. Materiales, Mat. Biol.
	CC. Materiales, Mat. Comp.
	CC. Materiales, Mutidis.
	CC. Materiales, Papel y Mad.
	CC. Materiales, Revest. y Pelícu.
	CC. Materiales, Textiles
	Control Remoto
	Energía Nuclear
	Energía y Combustibles
	Inform., Aplicac. Interdisc.
	Informática, Cibernética
	Informática, Hardware
	Informát., Ing. del Soft.
	Informática, Inteligencia Artificial
	Informática, Teoría y Métodos
	Ingeniería Civil
	Ingeniería de Fabricación
	Ingeniería del Petróleo
	Ing. Eléctrica y Electón.
	Ingeniería Geológica
	Ingeniería Industrial
	Ingeniería Mecánica
	Ingeniería Medioambiental
	Ingeniería Oceánica
	Ingeniería Química
	Ingeniería, Multidisciplinar
	Instrumentación
	Mecánica
	Metal. e Ing. Metalúrg.
	Minería
	Óptica
	Sist. de Automat. y Contr.
	Tecnología de la Construcción
	Telecomunicaciones
Matemáticas	Estadística y Probabilidad
	Inv. Operat. y CC. de la Admon.
	Matemáticas
	Matemáticas Aplicadas
	Matem., Aplicac. Interdisc.
Medicina Clínica	Alergia
	Andrología
	Anestesiología
	Cirugía

Categorías temáticas generales	Disciplinas JCR
	Coraz. y Sist. Cardiovas.
	Dermat. y Enferm. Venéreas
	Drogodependencias
	Enfermedades Infecciosas
	Enferm. Vascul. Perif.
	Gastroenterología y Hepatología
	Geriatría
	Gerontología
	Hematología
	Ingeniería Biomédica
	Medicina Forense
	Medicina Intensiva
	Medicina Interna y General
	Medicina Tropical
	Med., Téc. Lab.
	Neumología
	Neuroimagen
	Neurología Clínica
	Nutrición y Dietética
	Obstetricia y Ginecología
	Odontología y Estomatología
	Oftalmología
	Oncología
	Otorrinolaringología
	Pediatría
	Psiquiatría
	Rad. y Med. Nucl.
	Reumatología
	Salud Púb., Mediamb. y Lab.
	Toxicología
	Trasplantes
	Traumatología y Ortopedia
	Urología y Nefrología
Medicina Social	Medicina Alternativa
	Servicios Médicos
Multidisciplinar	Ciencias Multidisciplinares
	Educac., Disc. Cient.
Química	Electroquímica
	Polímeros
	Química Analítica
	Química Aplicada
	Química Física
	Quím. Inorg. y Nucl.
	Química Orgánica
	Química, Multidisciplinar

## Anexo 2. Revistas de publicación de los documentos

Tabla Anexo 2.1. Principales revistas de publicación de los documentos en Biología y Biomedicina (sólo revistas con 10 o más documentos)

Revista	N. Docs.	% Doc.	%Acum.
JOURNAL OF BIOLOGICAL CHEMISTRY	517	5,55	5,55
FEBS LETTERS	190	2,04	7,59
JOURNAL OF MOLECULAR BIOLOGY	174	1,87	9,45
JOURNAL OF BACTERIOLOGY	160	1,72	11,17
JOURNAL OF VIROLOGY	150	1,61	12,78
EMBO JOURNAL	144	1,55	14,33
PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE UNITED STATES OF AMERICA	134	1,44	15,77
DEVELOPMENT	123	1,32	17,09
JOURNAL OF IMMUNOLOGY	113	1,21	18,30
MOLECULAR MICROBIOLOGY	108	1,16	19,46
EUROPEAN JOURNAL OF NEUROSCIENCE	105	1,13	20,58
EUROPEAN JOURNAL OF BIOCHEMISTRY	105	1,13	21,71
BIOCHEMICAL JOURNAL	97	1,04	22,75
JOURNAL OF NEUROCHEMISTRY	88	0,94	23,70
NUCLEIC ACIDS RESEARCH	84	0,90	24,60
ONCOGENE	82	0,88	25,48
BIOCHEMICAL AND BIOPHYSICAL RESEARCH COMMUNICATIONS	82	0,88	26,36
BLOOD	81	0,87	27,23
BIOCHEMISTRY	80	0,86	28,09
MOLECULAR AND CELLULAR BIOLOGY	79	0,85	28,93
VIROLOGY	79	0,85	29,78
HEPATOLOGY	77	0,83	30,61
FASEB JOURNAL	76	0,82	31,42
JOURNAL OF NEUROSCIENCE	70	0,75	32,17
FEMS MICROBIOLOGY LETTERS	70	0,75	32,93
NATURE	67	0,72	33,64
BIOPHYSICAL JOURNAL	65	0,70	34,34
JOURNAL OF GENERAL VIROLOGY	62	0,67	35,01
YEAST	61	0,65	35,66
PLANT MOLECULAR BIOLOGY	57	0,61	36,27
GENE	56	0,60	36,87
BRITISH JOURNAL OF PHARMACOLOGY	56	0,60	37,48
NEUROSCIENCE LETTERS	55	0,59	38,07
JOURNAL OF CELL SCIENCE	55	0,59	38,66
EUROPEAN JOURNAL OF IMMUNOLOGY	55	0,59	39,25
ENDOCRINOLOGY	54	0,58	39,83
APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY	54	0,58	40,41
MECHANISMS OF DEVELOPMENT	50	0,54	40,94
MOLECULAR BIOLOGY OF THE CELL	50	0,54	41,48
PLANT JOURNAL	49	0,53	42
PLANT PHYSIOLOGY	49	0,53	42,53
NEUROSCIENCE	49	0,53	43,06
ANTIMICROBIAL AGENTS AND CHEMOTHERAPY	47	0,50	43,56
BRAIN RESEARCH	46	0,49	44,05
NEUROREPORT	45	0,48	44,54

Revista	N. Docs.	% Doc.	%Acum.
JOURNAL OF NEUROSCIENCE RESEARCH	44	0,47	45,01
TISSUE ANTIGENS	39	0,42	45,43
ACTA CRYSTALLOGRAPHICA SECTION D-BIOLOGICAL CRYSTALLOGRAPHY	38	0,41	45,84
THROMBOSIS AND HAEMOSTASIS	38	0,41	46,24
GLIA	37	0,40	46,64
AMERICAN JOURNAL OF HUMAN GENETICS	37	0,40	47,04
DEVELOPMENTAL BIOLOGY	35	0,38	47,41
GENES & DEVELOPMENT	35	0,38	47,79
LABORATORY INVESTIGATION	34	0,36	48,15
MOLECULAR BRAIN RESEARCH	32	0,34	48,50
JOURNAL OF CELL BIOLOGY	32	0,34	48,84
CIRCULATION	32	0,34	49,18
EXPERIMENTAL CELL RESEARCH	30	0,32	49,51
JOURNAL OF MEDICINAL CHEMISTRY	30	0,32	49,83
PROTEINS-STRUCTURE FUNCTION AND GENETICS	30	0,32	50,15
JOURNAL OF COMPARATIVE NEUROLOGY	30	0,32	50,47
JOURNAL OF CELLULAR BIOCHEMISTRY	30	0,32	50,79
NEURON	29	0,31	51,11
GENETICS	29	0,31	51,42
JOURNAL OF STRUCTURAL BIOLOGY	29	0,31	51,73
PLANTA	28	0,30	52,03
SCIENCE	27	0,29	52,32
EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL C	27	0,29	52,61
ARCHIVES OF BIOCHEMISTRY AND BIOPHYSICS	27	0,29	52,90
CELL	27	0,29	53,19
PLANT CELL	27	0,29	53,48
JOURNAL OF INORGANIC BIOCHEMISTRY	26	0,28	53,76
PROTEIN SCIENCE	26	0,28	54,04
MOLECULAR AND BIOCHEMICAL PARASITOLOGY	25	0,27	54,30
MICROBIOLOGY-SGM	24	0,26	54,56
DIABETOLOGIA	24	0,26	54,82
VIRUS RESEARCH	24	0,26	55,08
MOLECULAR PHARMACOLOGY	23	0,25	55,32
HUMAN MOLECULAR GENETICS	23	0,25	55,57
JOURNAL OF EXPERIMENTAL MEDICINE	23	0,25	55,82
REVISTA DE NEUROLOGIA	22	0,24	56,05
JOURNAL OF BIOTECHNOLOGY	22	0,24	56,29
ARTHRITIS AND RHEUMATISM	22	0,24	56,53
ATHEROSCLEROSIS	22	0,24	56,76
EMBO REPORTS	22	0,24	57
ARCHIVES OF VIROLOGY	21	0,23	57,22
JOURNAL OF CLINICAL INVESTIGATION	21	0,23	57,45
MEDICINA CLINICA	21	0,23	57,67
NEUROPHARMACOLOGY	20	0,21	57,89
EUROPEAN JOURNAL OF PHARMACOLOGY	20	0,21	58,10
CANCER RESEARCH	20	0,21	58,32
VACCINE	20	0,21	58,53
BIOINFORMATICS	19	0,20	58,74
PHYSIOLOGIA PLANTARUM	19	0,20	58,94
MOLECULAR & GENERAL GENETICS	19	0,20	59,14

Revista	N. Docs.	% Doc.	%Acum.
JOURNAL OF NEUROBIOLOGY	19	0,20	59,35
GASTROENTEROLOGY	18	0,19	59,54
CURRENT BIOLOGY	18	0,19	59,73
JOURNAL OF HEPATOLOGY	18	0,19	59,93
INTERNATIONAL JOURNAL OF DEVELOPMENTAL BIOLOGY	18	0,19	60,12
JOURNAL OF LEUKOCYTE BIOLOGY	18	0,19	60,31
MOLECULAR AND CELLULAR NEUROSCIENCE	18	0,19	60,51
CEREBRAL CORTEX	18	0,19	60,70
MODERN PATHOLOGY	18	0,19	60,89
BIOCHIMIE	17	0,18	61,08
MOLECULAR IMMUNOLOGY	17	0,18	61,26
JOURNAL OF MASS SPECTROMETRY	17	0,18	61,44
STRUCTURE	17	0,18	61,62
JOURNAL OF MOLECULAR EVOLUTION	17	0,18	61,81
LIFE SCIENCES	17	0,18	61,99
BIOCHIMICA ET BIOPHYSICA ACTA-GENE STRUCTURE AND EXPRESSION	17	0,18	62,17
MICROBIOLOGY-UK	17	0,18	62,35
CIRCULATION RESEARCH	16	0,17	62,52
EUROPEAN JOURNAL OF CANCER	16	0,17	62,70
BIOCHIMICA ET BIOPHYSICA ACTA-PROTEIN STRUCTURE AND MOLECULAR ENZYMOLOGY	16	0,17	62,87
JOURNAL OF PHARMACOLOGY AND EXPERIMENTAL THERAPEUTICS	16	0,17	63,04
EUROPEAN JOURNAL OF CELL BIOLOGY	16	0,17	63,21
JOURNAL OF THE AMERICAN SOCIETY OF NEPHROLOGY	16	0,17	63,38
JOURNAL OF PHYSIOLOGY-LONDON	16	0,17	63,55
CELLULAR AND MOLECULAR LIFE SCIENCES	16	0,17	63,73
INFECTION AND IMMUNITY	15	0,16	63,89
ATHEROSCLEROSIS SUPPLEMENTS	15	0,16	64,05
JOURNAL OF EXPERIMENTAL BOTANY	15	0,16	64,21
BIOCHEMICAL SOCIETY TRANSACTIONS	15	0,16	64,37
CARDIOVASCULAR RESEARCH	15	0,16	64,53
NEFROLOGIA	15	0,16	64,69
ARBOR-CIENCIA PENSAMIENTO Y CULTURA	15	0,16	64,85
MOLECULAR BIOLOGY AND EVOLUTION	15	0,16	65,01
JOURNAL OF ANTIMICROBIAL CHEMOTHERAPY	14	0,15	65,16
HISTOLOGY AND HISTOPATHOLOGY	14	0,15	65,31
MOLECULAR AND CELLULAR BIOCHEMISTRY	14	0,15	65,46
MOLECULAR AND GENERAL GENETICS	14	0,15	65,61
JOURNAL OF NEUROIMMUNOLOGY	14	0,15	65,77
ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY	14	0,15	65,92
INTERNATIONAL JOURNAL OF ONCOLOGY	14	0,15	66,07
ARTERIOSCLEROSIS THROMBOSIS AND VASCULAR BIOLOGY	14	0,15	66,22
NATURE GENETICS	14	0,15	66,37
BIOESSAYS	14	0,15	66,52
CLINICAL CANCER RESEARCH	14	0,15	66,67
PROGRESS IN NEUROBIOLOGY	13	0,14	66,81
CHROMOSOMA	13	0,14	66,95
PLANT SCIENCE	13	0,14	67,09
TRENDS IN NEUROSCIENCES	13	0,14	67,22
TRANSPLANTATION	13	0,14	67,36



Revista	N. Docs.	% Doc.	%Acum.
EUROPEAN NEUROPSYCHOPHARMACOLOGY	13	0,14	67,50
ENZYME AND MICROBIAL TECHNOLOGY	13	0,14	67,64
EUROPEAN HEART JOURNAL	13	0,14	67,78
CARBOHYDRATE RESEARCH	13	0,14	67,92
NEUROLOGICAL RESEARCH	13	0,14	68,06
NATURE STRUCTURAL BIOLOGY	13	0,14	68,20
JOURNAL OF CLINICAL MICROBIOLOGY	13	0,14	68,34
MOLECULAR ENDOCRINOLOGY	13	0,14	68,48
INTERNATIONAL JOURNAL OF CANCER	13	0,14	68,62
INTERNATIONAL IMMUNOLOGY	13	0,14	68,76
AMERICAN JOURNAL OF PATHOLOGY	13	0,14	68,90
IMMUNITY	13	0,14	69,04
CLINICAL AND EXPERIMENTAL IMMUNOLOGY	12	0,13	69,17
NEUROPSYCHOPHARMACOLOGY	12	0,13	69,30
BRAIN RESEARCH BULLETIN	12	0,13	69,42
NEUROBIOLOGY OF DISEASE	12	0,13	69,55
SYNAPSE	12	0,13	69,68
JOURNAL OF NEUROCYTOLOGY	12	0,13	69,81
JOURNAL OF HISTOCHEMISTRY & CYTOCHEMISTRY	12	0,13	69,94
ANNALS OF NEUROLOGY	12	0,13	70,07
ARCHIVES OF MICROBIOLOGY	12	0,13	70,20
PLANT PHYSIOLOGY AND BIOCHEMISTRY	12	0,13	70,33
KIDNEY INTERNATIONAL	12	0,13	70,46
BIOCHIMICA ET BIOPHYSICA ACTA-BIOENERGETICS	12	0,13	70,58
FEMS MICROBIOLOGY REVIEWS	12	0,13	70,71
DIABETES	11	0,12	70,83
EUROPEAN JOURNAL OF CLINICAL INVESTIGATION	11	0,12	70,95
CELL DEATH AND DIFFERENTIATION	11	0,12	71,07
BRITISH JOURNAL OF HAEMATOLOGY	11	0,12	71,18
JOURNAL OF CHROMATOGRAPHY A	11	0,12	71,30
DEVELOPMENTAL BRAIN RESEARCH	11	0,12	71,42
INTERNATIONAL JOURNAL OF BIOCHEMISTRY & CELL BIOLOGY	11	0,12	71,54
NEUROLOGY	11	0,12	71,66
JOURNAL OF VIROLOGICAL METHODS	11	0,12	71,78
TRENDS IN BIOCHEMICAL SCIENCES	10	0,11	71,88
JOURNAL OF NEUROPHYSIOLOGY	10	0,11	71,99
MICROBIAL DRUG RESISTANCE-MECHANISMS EPIDEMIOLOGY AND DISEASE	10	0,11	72,10
MICROSCOPY RESEARCH AND TECHNIQUE	10	0,11	72,20
BIOORGANIC & MEDICINAL CHEMISTRY	10	0,11	72,31
ULTRAMICROSCOPY	10	0,11	72,42
LANCET	10	0,11	72,53
APPLIED MICROBIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY	10	0,11	72,63
BIOCHEMICAL PHARMACOLOGY	10	0,11	72,74
BIOLOGY OF REPRODUCTION	10	0,11	72,85
EUROPEAN JOURNAL OF HUMAN GENETICS	10	0,11	72,96
HUMAN IMMUNOLOGY	10	0,11	73,06
NEUROBIOLOGY OF AGING	10	0,11	73,17
FREE RADICAL BIOLOGY AND MEDICINE	10	0,11	73,28

Tabla Anexo 2.2. Principales revistas de publicación de los documentos en Ciencia de Materiales (sólo revistas con 10 o más documentos)

Revista	N. Docs.	% Doc.	%Acum.
PHYSICAL REVIEW B	677	7,01	7,01
JOURNAL OF MAGNETISM AND MAGNETIC MATERIALS	299	3,10	10,10
JOURNAL OF APPLIED PHYSICS	256	2,65	12,75
BOLETIN DE LA SOCIEDAD ESPANOLA DE CERAMICA Y VIDRIO	198	2,05	14,80
POLYMER	173	1,79	16,59
JOURNAL OF PHYSICS-CONDENSED MATTER	163	1,69	18,28
PHYSICAL REVIEW LETTERS	157	1,63	19,91
JOURNAL OF THE EUROPEAN CERAMIC SOCIETY	148	1,53	21,44
INORGANIC CHEMISTRY	139	1,44	22,88
ORGANOMETALLICS	138	1,43	24,31
APPLIED PHYSICS LETTERS	135	1,40	25,70
CHEMISTRY OF MATERIALS	134	1,39	27,09
SURFACE SCIENCE	133	1,38	28,47
REVISTA DE METALURGIA	131	1,36	29,82
JOURNAL OF MATERIALS CHEMISTRY	111	1,15	30,97
JOURNAL OF MATERIALS SCIENCE	100	1,04	32,01
JOURNAL OF THE AMERICAN CERAMIC SOCIETY	97	1	33,01
JOURNAL OF ORGANOMETALLIC CHEMISTRY	97	1	34,02
JOURNAL OF SOLID STATE CHEMISTRY	96	0,99	35,01
ADVANCED MATERIALS	93	0,96	35,97
SYNTHETIC METALS	89	0,92	36,89
MACROMOLECULES	88	0,91	37,81
JOURNAL OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY	83	0,86	38,66
CEMENT AND CONCRETE RESEARCH	82	0,85	39,51
JOURNAL OF APPLIED POLYMER SCIENCE	82	0,85	40,36
JOURNAL OF MATERIALS RESEARCH	74	0,77	41,13
IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS	71	0,73	41,86
CHEMISTRY-A EUROPEAN JOURNAL	68	0,70	42,57
MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING A-STRUCTURAL MATERIALS PROPERTIES MICROSTRUCTURE AND PROCESSING	66	0,68	43,25
JOURNAL OF CHEMICAL PHYSICS	66	0,68	43,93
JOURNAL DE PHYSIQUE IV	65	0,67	44,61
THIN SOLID FILMS	65	0,67	45,28
MACROMOLECULAR CHEMISTRY AND PHYSICS	65	0,67	45,95
POLYHEDRON	65	0,67	46,63
JOURNAL OF THE CHEMICAL SOCIETY-DALTON TRANSACTIONS	63	0,65	47,28
ACTA CRYSTALLOGRAPHICA SECTION C-CRYSTAL STRUCTURE COMMUNICATIONS	63	0,65	47,93
JOURNAL OF POLYMER SCIENCE PART A-POLYMER CHEMISTRY	63	0,65	48,58
PHYSICA C	63	0,65	49,23
SOLID STATE IONICS	61	0,63	49,87
SCRIPTA MATERIALIA	61	0,63	50,50
JOURNAL OF ALLOYS AND COMPOUNDS	61	0,63	51,13
JOURNAL OF NON-CRYSTALLINE SOLIDS	60	0,62	51,75
SURFACE & COATINGS TECHNOLOGY	58	0,60	52,35
LANGMUIR	58	0,60	52,95
ACTA MATERIALIA	57	0,59	53,54
SOLID STATE COMMUNICATIONS	56	0,58	54,12
PHYSICA B	54	0,56	54,68

Revista	N. Docs.	% Doc.	%Acum.
CHEMICAL COMMUNICATIONS	53	0,55	55,23
JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY B	51	0,53	55,76
NUCLEAR INSTRUMENTS & METHODS IN PHYSICS RESEARCH SECTION B-BEAM INTERACTIONS WITH MATERIALS AND ATOMS	49	0,51	56,26
SURFACE AND INTERFACE ANALYSIS	48	0,50	56,76
ABSTRACTS OF PAPERS OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY	47	0,49	57,25
JOURNAL OF CRYSTAL GROWTH	46	0,48	57,72
CORROSION SCIENCE	46	0,48	58,20
INORGANICA CHIMICA ACTA	45	0,47	58,66
JOURNAL OF SOL-GEL SCIENCE AND TECHNOLOGY	45	0,47	59,13
JOURNAL OF ORGANIC CHEMISTRY	44	0,46	59,59
MATERIALES DE CONSTRUCCION	43	0,45	60,03
PHYSICAL REVIEW E	43	0,45	60,48
TETRAHEDRON LETTERS	43	0,45	60,92
MATERIALS RESEARCH BULLETIN	42	0,43	61,36
TETRAHEDRON	42	0,43	61,79
TETRAHEDRON-ASYMMETRY	42	0,43	62,23
JOURNAL OF PHYSICS AND CHEMISTRY OF SOLIDS	41	0,42	62,65
FERROELECTRICS	41	0,42	63,07
JOURNAL OF POLYMER SCIENCE PART B-POLYMER PHYSICS	40	0,41	63,49
APPLIED PHYSICS A-MATERIALS SCIENCE & PROCESSING	39	0,40	63,89
HYDROMETALLURGY	39	0,40	64,30
JOURNAL OF THERMAL ANALYSIS AND CALORIMETRY	39	0,40	64,70
SUPERCONDUCTOR SCIENCE & TECHNOLOGY	38	0,39	65,09
APPLIED SURFACE SCIENCE	37	0,38	65,48
ANGEWANDTE CHEMIE-INTERNATIONAL EDITION	36	0,37	65,85
BIOMATERIALS	36	0,37	66,22
ISIJ INTERNATIONAL	34	0,35	66,57
JOURNAL OF MATERIALS SCIENCE LETTERS	33	0,34	66,92
MATERIALS SCIENCE AND TECHNOLOGY	33	0,34	67,26
PHYSICA B-CONDENSED MATTER	32	0,33	67,59
VACUUM	32	0,33	67,92
PHYSICA C-SUPERCONDUCTIVITY AND ITS APPLICATIONS	31	0,32	68,24
POLYMER INTERNATIONAL	30	0,31	68,55
IEEE TRANSACTIONS ON APPLIED SUPERCONDUCTIVITY	30	0,31	68,86
EUROPHYSICS LETTERS	30	0,31	69,17
DIAMOND AND RELATED MATERIALS	29	0,30	69,47
JOURNAL OF PHOTOCHEMISTRY AND PHOTOBIOLOGY A-CHEMISTRY	29	0,30	69,77
CHEMICAL PHYSICS LETTERS	29	0,30	70,07
EUROPEAN JOURNAL OF INORGANIC CHEMISTRY	29	0,30	70,37
EUROPEAN POLYMER JOURNAL	27	0,28	70,65
JOURNAL OF MOLECULAR CATALYSIS A-CHEMICAL	26	0,27	70,92
THERMOCHIMICA ACTA	25	0,26	71,18
MATERIALS LETTERS	25	0,26	71,44
MACROMOLECULAR SYMPOSIA	24	0,25	71,69
JOURNAL OF PHYSICS D-APPLIED PHYSICS	24	0,25	71,94
JOURNAL OF ELECTRON SPECTROSCOPY AND RELATED PHENOMENA	24	0,25	72,18
POLYMER DEGRADATION AND STABILITY	24	0,25	72,43
INTERMETALLICS	23	0,24	72,67
JOURNAL OF VACUUM SCIENCE & TECHNOLOGY A-VACUUM SURFACES AND FILMS	23	0,24	72,91

Revista	N. Docs.	% Doc.	%Acum.
EURO CERAMICS VII, PT 1-3	23	0,24	73,15
METALLURGICAL AND MATERIALS TRANSACTIONS A-PHYSICAL METALLURGY AND MATERIALS SCIENCE	23	0,24	73,39
SENSORS AND ACTUATORS A-PHYSICAL	22	0,23	73,61
PHYSICA STATUS SOLIDI B-BASIC RESEARCH	22	0,23	73,84
POLYMER BULLETIN	21	0,22	74,06
NANOTECHNOLOGY	21	0,22	74,28
JOURNAL OF MATERIALS SCIENCE-MATERIALS IN MEDICINE	21	0,22	74,49
APPLIED CATALYSIS A-GENERAL	21	0,22	74,71
MATERIALS AND CORROSION-WERKSTOFFE UND KORROSION	21	0,22	74,93
JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY	21	0,22	75,14
JOURNAL OF THE ELECTROCHEMICAL SOCIETY	20	0,21	75,35
JOURNAL OF MEMBRANE SCIENCE	19	0,20	75,55
LIQUID CRYSTALS	19	0,20	75,75
EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL B	19	0,20	75,94
THERMEC2003, PTS 1-5	19	0,20	76,14
JOURNAL OF COLLOID AND INTERFACE SCIENCE	19	0,20	76,34
JOURNAL OF BIOMEDICAL MATERIALS RESEARCH	19	0,20	76,53
ELECTROCHIMICA ACTA	19	0,20	76,73
ANGEWANDTE CHEMIE-INTERNATIONAL EDITION IN ENGLISH	18	0,19	76,92
PHYSICA STATUS SOLIDI A-APPLIED RESEARCH	18	0,19	77,10
CHEMICAL PHYSICS	17	0,18	77,28
MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING B-SOLID STATE MATERIALS FOR ADVANCED TECHNOLOGY	17	0,18	77,45
MOLECULAR CRYSTALS AND LIQUID CRYSTALS SCIENCE AND TECHNOLOGY SECTION A-MOLECULAR CRYSTALS AND LIQUID CRYSTALS	17	0,18	77,63
CERAMICS INTERNATIONAL	17	0,18	77,81
CORROSION	16	0,17	77,97
JOURNAL OF THE CHEMICAL SOCIETY-FARADAY TRANSACTIONS	16	0,17	78,14
SCRIPTA METALLURGICA ET MATERIALIA	16	0,17	78,30
JOURNAL OF CATALYSIS	16	0,17	78,47
JOURNAL OF THE CHEMICAL SOCIETY-CHEMICAL COMMUNICATIONS	16	0,17	78,63
MATERIALS AND STRUCTURES	16	0,17	78,80
SURFACE REVIEW AND LETTERS	16	0,17	78,96
APPLIED OPTICS	15	0,16	79,12
JOURNAL OF THERMAL ANALYSIS	15	0,16	79,28
APPLIED CATALYSIS B-ENVIRONMENTAL	15	0,16	79,43
JOURNAL OF CHEMICAL TECHNOLOGY AND BIOTECHNOLOGY	15	0,16	79,59
NEW JOURNAL OF CHEMISTRY	15	0,16	79,74
OXIDATION OF METALS	14	0,14	79,89
APPLIED SPECTROSCOPY	14	0,14	80,03
EURO CERAMICS VIII, PTS 1-3	14	0,14	80,18
ADVANCED FUNCTIONAL MATERIALS	13	0,13	80,31
CATALYSIS LETTERS	13	0,13	80,45
ZEITSCHRIFT FUR KRISTALLOGRAPHIE	13	0,13	80,58
JOURNAL OF AEROSOL SCIENCE	13	0,13	80,71
JOURNAL OF VACUUM SCIENCE & TECHNOLOGY B	13	0,13	80,85
APPLIED PHYSICS B-LASERS AND OPTICS	13	0,13	80,98
ADVANCES IN CEMENT RESEARCH	13	0,13	81,12
ANGEWANDTE MAKROMOLEKULARE CHEMIE	12	0,12	81,24
JOURNAL OF ANALYTICAL ATOMIC SPECTROMETRY	12	0,12	81,37

Revista	N. Docs.	% Doc.	%Acum.
EUROPEAN JOURNAL OF ORGANIC CHEMISTRY	12	0,12	81,49
PROGRESS IN ORGANIC COATINGS	12	0,12	81,61
JOURNAL OF SYNCHROTRON RADIATION	12	0,12	81,74
MACROMOLECULAR RAPID COMMUNICATIONS	12	0,12	81,86
JOURNAL OF LUMINESCENCE	12	0,12	81,99
JOURNAL OF CHEMICAL RESEARCH-S	12	0,12	82,11
OPTICAL MATERIALS	12	0,12	82,24
HYPERFINE INTERACTIONS	11	0,11	82,35
ANALES DE QUIMICA	11	0,11	82,46
CATALYSIS TODAY	11	0,11	82,58
EUROPEAN JOURNAL OF SOLID STATE AND INORGANIC CHEMISTRY	11	0,11	82,69
RADIATION EFFECTS AND DEFECTS IN SOLIDS	11	0,11	82,81
ADVANCED ENGINEERING MATERIALS	11	0,11	82,92
MOLECULAR PHYSICS	11	0,11	83,03
APPLIED SUPERCONDUCTIVITY 1997, VOLS 1 AND 2	11	0,11	83,15
PHYSICA E-LOW-DIMENSIONAL SYSTEMS & NANOSTRUCTURES	11	0,11	83,26
PHILOSOPHICAL MAGAZINE A-PHYSICS OF CONDENSED MATTER STRUCTURE DEFECTS AND MECHANICAL PROPERTIES	10	0,10	83,36
SEMICONDUCTOR SCIENCE AND TECHNOLOGY	10	0,10	83,47
INORGANIC CHEMISTRY COMMUNICATIONS	10	0,10	83,57
PHYSICS AND CHEMISTRY OF MINERALS	10	0,10	83,67
JOURNAL OF VACUUM SCIENCE & TECHNOLOGY A	10	0,10	83,78
NANOSTRUCTURED MATERIALS	10	0,10	83,88
PHYSICAL REVIEW A	10	0,10	83,99
POLYMER JOURNAL	10	0,10	84,09
CLAYS AND CLAY MINERALS	10	0,10	84,19
APPLIED CLAY SCIENCE	10	0,10	84,30

Tabla Anexo 2.3. Principales revistas de publicación de los documentos en Recursos Naturales (sólo revistas con 10 o más documentos)

Revista	N. Docs.	% Docs.	%Acum.
MARINE ECOLOGY-PROGRESS SERIES	181	2,97	2,97
SCIENTIA MARINA	145	2,38	5,34
AQUACULTURE	80	1,31	6,65
JOURNAL OF PLANKTON RESEARCH	63	1,03	7,69
TECTONOPHYSICS	62	1,02	8,70
MARINE BIOLOGY	62	1,02	9,72
JOURNAL OF THE MARINE BIOLOGICAL ASSOCIATION OF THE UNITED KINGDOM	55	0,90	10,62
OECOLOGIA	53	0,87	11,49
CANADIAN JOURNAL OF ZOOLOGY-REVUE CANADIENNE DE ZOOLOGIE	50	0,82	12,31
ESTUARINE COASTAL AND SHELF SCIENCE	47	0,77	13,08
HYDROBIOLOGIA	47	0,77	13,85
MARINE GEOLOGY	46	0,75	14,60
LIMNOLOGY AND OCEANOGRAPHY	45	0,74	15,34
JOURNAL OF FISH BIOLOGY	44	0,72	16,06
JOURNAL OF VOLCANOLOGY AND GEOTHERMAL RESEARCH	44	0,72	16,78
FISHERIES RESEARCH	42	0,69	17,47
SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT	42	0,69	18,16
AQUATIC MICROBIAL ECOLOGY	40	0,66	18,81
JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-OCEANS	40	0,66	19,47
BIOLOGICAL CONSERVATION	39	0,64	20,11
BEHAVIORAL ECOLOGY	39	0,64	20,75
JOURNAL OF EXPERIMENTAL MARINE BIOLOGY AND ECOLOGY	38	0,62	21,37
POLAR BIOLOGY	38	0,62	21,99
GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS	37	0,61	22,60
PROCEEDINGS OF THE ROYAL SOCIETY OF LONDON SERIES B-BIOLOGICAL SCIENCES	37	0,61	23,21
IBIS	37	0,61	23,81
JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SOLID EARTH	37	0,61	24,42
OIKOS	36	0,59	25,01
AQUATIC BOTANY	36	0,59	25,60
NATURE	35	0,57	26,17
EARTH AND PLANETARY SCIENCE LETTERS	33	0,54	26,71
DEEP-SEA RESEARCH PART I-OCEANOGRAPHIC RESEARCH PAPERS	33	0,54	27,25
DEEP-SEA RESEARCH PART II-TOPICAL STUDIES IN OCEANOGRAPHY	32	0,52	27,78
BEHAVIORAL ECOLOGY AND SOCIOBIOLOGY	31	0,51	28,29
APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY	31	0,51	28,79
ANIMAL BEHAVIOUR	31	0,51	29,30
PALAEOGEOGRAPHY PALAEOCLIMATOLOGY PALAEOECOLOGY	31	0,51	29,81
FUNCTIONAL ECOLOGY	30	0,49	30,30
GEOCHIMICA ET COSMOCHIMICA ACTA	29	0,48	30,78
SEDIMENTARY GEOLOGY	29	0,48	31,25
JOURNAL OF ZOOLOGY	28	0,46	31,71
ECOLOGY	27	0,44	32,15
MYCOTAXON	27	0,44	32,60
GEOMORPHOLOGY	27	0,44	33,04
NEW PHYTOLOGIST	26	0,43	33,46
JOURNAL OF ANIMAL ECOLOGY	26	0,43	33,89
JOURNAL OF HUMAN EVOLUTION	25	0,41	34,30

Revista	N. Docs.	% Docs.	%Acum.
OCEANOLOGICA ACTA	25	0,41	34,71
BIOLOGICAL JOURNAL OF THE LINNEAN SOCIETY	25	0,41	35,12
MOLECULAR PHYLOGENETICS AND EVOLUTION	24	0,39	35,51
CATENA	24	0,39	35,91
GEOLOGY	24	0,39	36,30
JOURNAL OF RAPTOR RESEARCH	24	0,39	36,69
ATMOSPHERIC ENVIRONMENT	24	0,39	37,09
SCIENCE	23	0,38	37,46
BOTANICAL JOURNAL OF THE LINNEAN SOCIETY	23	0,38	37,84
CLAY MINERALS	23	0,38	38,22
ENVIRONMENTAL SCIENCE & TECHNOLOGY	23	0,38	38,59
ACTA OECOLOGICA-INTERNATIONAL JOURNAL OF ECOLOGY	23	0,38	38,97
JOURNAL OF NATURAL HISTORY	23	0,38	39,35
DISEASES OF AQUATIC ORGANISMS	23	0,38	39,72
HERPETOLOGICAL JOURNAL	23	0,38	40,10
JOURNAL OF CRYSTAL GROWTH	22	0,36	40,46
JOURNAL OF MARINE SYSTEMS	22	0,36	40,82
JOURNAL OF AVIAN BIOLOGY	22	0,36	41,18
JOURNAL OF HERPETOLOGY	21	0,34	41,53
COPEIA	21	0,34	41,87
COMPTES RENDUS DE L ACADEMIE DES SCIENCES SERIE II FASCICULE A-SCIENCES DE LA TERRE ET DES PLANETES	21	0,34	42,22
MOLECULAR ECOLOGY	20	0,33	42,54
COMPARATIVE BIOCHEMISTRY AND PHYSIOLOGY B-BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	20	0,33	42,87
FISH PHYSIOLOGY AND BIOCHEMISTRY	20	0,33	43,20
CONDOR	20	0,33	43,53
ETHOLOGY	20	0,33	43,85
TRENDS IN ECOLOGY & EVOLUTION	20	0,33	44,18
BIODIVERSITY AND CONSERVATION	20	0,33	44,51
PROGRESS IN OCEANOGRAPHY	20	0,33	44,84
GEOPHYSICAL JOURNAL INTERNATIONAL	20	0,33	45,17
JOURNAL OF ARID ENVIRONMENTS	20	0,33	45,49
PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE UNITED STATES OF AMERICA	19	0,31	45,80
AUK	19	0,31	46,12
CONSERVATION BIOLOGY	19	0,31	46,43
JOURNAL OF PHYCOLOGY	19	0,31	46,74
ARDEA	18	0,29	47,03
GEOBIOS	18	0,29	47,33
ARCHIV FUR HYDROBIOLOGIE	18	0,29	47,62
PLANT ECOLOGY	18	0,29	47,92
CIENCIAS MARINAS	18	0,29	48,21
CHEMICAL GEOLOGY	18	0,29	48,51
ANNALS OF BOTANY	18	0,29	48,80
JOURNAL OF HYDROLOGY	17	0,28	49,08
CLAYS AND CLAY MINERALS	17	0,28	49,36
ARID SOIL RESEARCH AND REHABILITATION	17	0,28	49,64
GENERAL AND COMPARATIVE ENDOCRINOLOGY	17	0,28	49,92
COMMUNICATIONS IN SOIL SCIENCE AND PLANT ANALYSIS	17	0,28	50,20
JOURNAL OF VEGETATION SCIENCE	17	0,28	50,48

Revista	N. Docs.	% Docs.	%Acum.
JOURNAL OF FIELD ORNITHOLOGY	16	0,26	50,74
FISH & SHELLFISH IMMUNOLOGY	16	0,26	51
JOURNAL OF BIOGEOGRAPHY	16	0,26	51,26
JOURNAL OF WILDLIFE DISEASES	16	0,26	51,52
INTERNATIONAL JOURNAL OF REMOTE SENSING	16	0,26	51,79
TECTONICS	16	0,26	52,05
BIOLOGY OF REPRODUCTION	16	0,26	52,31
COLONIAL WATERBIRDS	16	0,26	52,57
JOURNAL OF APPLIED ECOLOGY	16	0,26	52,84
CONTINENTAL SHELF RESEARCH	16	0,26	53,10
BULLETIN OF MARINE SCIENCE	15	0,25	53,34
ACTA CRYSTALLOGRAPHICA SECTION D-BIOLOGICAL CRYSTALLOGRAPHY	15	0,25	53,59
AMERICAN JOURNAL OF PHYSICAL ANTHROPOLOGY	15	0,25	53,83
FEMS MICROBIOLOGY ECOLOGY	15	0,25	54,08
MARINE GEOPHYSICAL RESEARCHES	15	0,25	54,33
PLANT SYSTEMATICS AND EVOLUTION	15	0,25	54,57
ECOSCIENCE	15	0,25	54,82
ICES JOURNAL OF MARINE SCIENCE	15	0,25	55,06
ECOGRAPHY	15	0,25	55,31
JOURNAL OF SHELLFISH RESEARCH	15	0,25	55,56
PURE AND APPLIED GEOPHYSICS	15	0,25	55,80
JOURNAL OF EVOLUTIONARY BIOLOGY	15	0,25	56,05
EVOLUTION	15	0,25	56,29
ACTA THERIOLOGICA	14	0,23	56,52
JOURNAL OF ECOLOGY	14	0,23	56,75
ENVIRONMENTAL POLLUTION	14	0,23	56,98
BIRD STUDY	14	0,23	57,21
JOURNAL OF CRUSTACEAN BIOLOGY	14	0,23	57,44
PARASITOLOGY RESEARCH	14	0,23	57,67
INTERNATIONAL JOURNAL OF COAL GEOLOGY	14	0,23	57,90
BOTANICA MARINA	14	0,23	58,13
HERPETOLOGICA	14	0,23	58,36
MARINE POLLUTION BULLETIN	13	0,21	58,57
JOURNAL OF FISH DISEASES	13	0,21	58,78
GEODERMA	13	0,21	59
INTERNATIONAL JOURNAL OF SYSTEMATIC AND EVOLUTIONARY MICROBIOLOGY	13	0,21	59,21
FUEL	13	0,21	59,42
WATERBIRDS	12	0,20	59,62
BULLETIN OF ENVIRONMENTAL CONTAMINATION AND TOXICOLOGY	12	0,20	59,82
ZEITSCHRIFT FÜR SAUGETIERKUNDE-INTERNATIONAL JOURNAL OF MAMMALIAN BIOLOGY	12	0,20	60,01
BIORESOURCE TECHNOLOGY	12	0,20	60,21
ENVIRONMENTAL GEOLOGY	12	0,20	60,41
CHEMOSPHERE	12	0,20	60,60
ORNIS FENNICA	12	0,20	60,80
COMPUTERS & GEOSCIENCES	12	0,20	61
TAXON	12	0,20	61,19
AMERICAN MINERALOGIST	12	0,20	61,39
BEHAVIOUR	12	0,20	61,59
AMERICAN JOURNAL OF BOTANY	12	0,20	61,78



Revista	N. Docs.	% Docs.	%Acum.
ANNALES DES SCIENCES FORESTIERES	11	0,18	61,96
ECOLOGY LETTERS	11	0,18	62,14
ECOTOXICOLOGY AND ENVIRONMENTAL SAFETY	11	0,18	62,32
HISTOLOGY AND HISTOPATHOLOGY	11	0,18	62,50
HYDROLOGICAL PROCESSES	11	0,18	62,68
BOLETIN DE LA SOCIEDAD ESPANOLA DE CERAMICA Y VIDRIO	11	0,18	62,86
BIOLOGIA PLANTARUM	11	0,18	63,04
JOURNAL OF CHEMICAL TECHNOLOGY AND BIOTECHNOLOGY	11	0,18	63,23
AMPHIBIA-REPTILIA	11	0,18	63,41
JOURNAL OF CHEMICAL ECOLOGY	11	0,18	63,59
FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT	11	0,18	63,77
JOURNAL OF CHROMATOGRAPHY A	11	0,18	63,95
CRUSTACEANA	10	0,16	64,11
MYCOLOGIA	10	0,16	64,27
JOURNAL OF GEOCHEMICAL EXPLORATION	10	0,16	64,44
BIOLOGY AND FERTILITY OF SOILS	10	0,16	64,60
WATER AIR AND SOIL POLLUTION	10	0,16	64,77
JOURNAL OF PHYSICAL OCEANOGRAPHY	10	0,16	64,93
AMERICAN NATURALIST	10	0,16	65,09
ECOLOGICAL MODELLING	10	0,16	65,26
QUATERNARY SCIENCE REVIEWS	10	0,16	65,42
GLOBAL CHANGE BIOLOGY	10	0,16	65,59

Tabla Anexo 2.4. Revistas españolas en cada una de las tres áreas del CSIC

Área	Revista	N.Docs.
Biología y Biomedicina	REVISTA DE NEUROLOGIA	22
	MEDICINA CLINICA	21
	INTERNATIONAL JOURNAL OF DEVELOPMENTAL BIOLOGY	18
	NEFROLOGIA	15
	HISTOLOGY AND HISTOPATHOLOGY	14
	NEUROLOGIA	7
	ENFERMEDADES INFECCIOSAS Y MICROBIOLOGIA CLINICA	6
	JOURNAL OF PHYSIOLOGY AND BIOCHEMISTRY	5
	METHODS AND FINDINGS IN EXPERIMENTAL AND CLINICAL PHARMACOLOGY	4
	REVISTA ESPANOLA DE CARDIOLOGIA	4
	AFINIDAD	2
	NEUROCIRUGIA	2
	ANALES DE QUIMICA	1
	REVISTA CLINICA ESPANOLA	1
	REVISTA ESPANOLA DE ENFERMEDADES DIGESTIVAS	1
Ciencia de Materiales	BOLETIN DE LA SOCIEDAD ESPANOLA DE CERAMICA Y VIDRIO	198
	REVISTA DE METALURGIA	131
	MATERIALES DE CONSTRUCCION	43
	ANALES DE QUIMICA	11
	ANALES DE QUIMICA-INTERNATIONAL EDITION	6
	AFINIDAD	5
	QUIMICA ANALITICA	4
	ACTAS ESPANOLAS DE PSIQUIATRIA	1
Recursos Naturales	SCIENTIA MARINA	145
	BOLETIN DE LA SOCIEDAD ESPANOLA DE CERAMICA Y VIDRIO	11
	HISTOLOGY AND HISTOPATHOLOGY	11
	MATERIALES DE CONSTRUCCION	8
	AFINIDAD	2
	ANALES DE QUIMICA	1
	ANALES DE QUIMICA-INTERNATIONAL EDITION	1
	MEDICINA CLINICA	1
	PSICOTHEMA	1
	QUIMICA ANALITICA	1
	REVISTA DE METALURGIA	1
	REVISTA ESPANOLA DE FISIOLOGIA	1

### **Anexo 3. Distribución temática de los documentos en las tres áreas científicas**

#### **BIOLOGÍA Y BIOMEDICINA**

Se presentan las principales *Subject Categories* de los documentos publicados por los investigadores del área de Biología y Biomedicina.

**Tabla Anexo 3.1. Distribución de documentos por disciplinas JCR y por años:  
Biología y Biomedicina**

<b>Temas</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>Tot. Docs.</b>	<b>Incr (%)</b>	<b>%Docs Área</b>	<b>%Docs España</b>
Bioquím. y Biol. Mol.	240	250	263	321	311	353	284	314	331	313	245	3225	2	22,34	22,80
Biología Celular	103	126	110	137	141	146	130	117	130	117	120	1377	17	14,78	24,05
Neurociencias	74	76	105	100	120	109	112	95	117	113	76	1097	3	11,77	12,73
Microbiología	49	49	70	57	60	74	68	70	76	91	89	753	82	8,08	10,61
Genética y Herencia	45	58	39	71	66	59	60	60	58	65	50	631	11	6,77	11,51
Biofísica	48	51	42	70	79	61	47	48	73	45	61	625	27	6,71	20,29
Inmunología	41	40	64	51	54	64	63	50	56	50	45	578	10	6,20	7,86
Biotec. y Microbiol. Aplic.	29	33	39	35	41	55	43	56	43	50	39	463	34	4,97	8,59
Farmacología y Farmacia	32	32	28	29	42	37	36	35	42	46	38	397	19	4,26	4,86
Virología	25	37	34	40	39	42	36	28	30	47	24	382	-4	4,10	21,94
Botánica	28	38	32	35	45	40	25	42	35	30	23	373	-18	4	5,74
Biología del Desarrollo	17	22	25	38	36	30	36	40	32	27	31	334	82	3,58	33,47
Oncología	22	23	16	24	22	38	28	22	22	26	32	275	45	2,95	5,33
Hematología	13	17	15	27	34	33	24	21	33	22	18	257	38	2,76	5,16
Endocrinología y Metabolismo	22	16	31	31	21	24	19	18	25	20	21	248	-5	2,66	5,46
Ciencias Multidisciplinares	26	20	27	27	23	20	25	18	15	20	15	236	-42	2,53	14,28
Medicina, Investigación	17	19	14	22	23	22	20	21	21	13	17	209	0	2,24	9,82
Biométodos	5	14	5	10	15	16	11	16	26	20	30	168	500	1,80	4,56
Enferm. Vascu. Perif.	5	8	6	27	18	22	10	13	12	13	27	161	440	1,73	4,51
Patología	3	7	12	20	20	6	16	15	26	16	14	155	367	1,66	5,30
Neurología Clínica	6	5	10	12	14	15	7	12	26	16	25	148	317	1,59	2,21
Biología	8	8	9	22	7	18	12	19	12	14	12	141	50	1,51	10,12
Gastroenterología y Hepatología	7	10	19	13	12	11	14	15	9	15	16	141	129	1,51	2,24
Fisiología	12	8	24	9	8	8	4	14	6	6	5	104	-58	1,12	3,95
Coraz. y Sist. Cardiovas.	5	7	5	10	11	10	12	5	10	13	11	99	120	1,06	2,03
Micología	3	5	9	3	2	11	8	18	7	13	4	83	33	0,89	8,29
Enfermedades Infecciosas	5	1	6	8	9	1	8	6	6	22	8	80	60	0,86	2,04
Química Médica	4	5	2	3	6	8	6	11	8	13	12	78	200	0,84	4,35
Parasitología	3	2	9	12	7	3	10	5	6	8	6	71	100	0,76	7,22
Química Orgánica	5	11	4	5	3	6	4	8	7	11	5	69	0	0,74	0,89
Química Analítica	2	13	3	7	6	5	4	10	3	4	7	64	250	0,69	0,68
Urología y Nefrología	6	5	6	5	7	4	7	4	11	4	4	63	-33	0,68	1,46

Temas	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Tot. Docs.	Incr (%)	%Docs Área	%Docs España
Cirugía	3	5		3	6	10	6	6	4	7	6	56	100	0,60	0,99
Medicina Interna y General	2	8	5	8	8	9	5	4	3	1	3	56	50	0,60	0,55
Biología de la Evolución	1	2	3	7	5	7	3	6	5	7	9	55	800	0,59	5,08
Zoología	4	5	4	7	8	3	5	8	6	3		53	-100	0,57	2,15
Espectroscopía	4	10	2	6	3	6	4	6	6	3	1	51	-75	0,55	2,49
Psiquiatría	1	1	4	2	1	3	4	5	8	12	9	50	800	0,54	1,97
Toxicología	4	5	2	4	6	9	1	6	3	2	6	48	50	0,52	2,68
Med., Téc. Lab.	2	3	4	5	4	3	4	4	7	4	5	45	150	0,48	3,70
Química, Multidisciplinar	1	3	7	2	3	6	3	3	6	10	1	45	0	0,48	0,73
Veterinaria	4	1	3	2	2	4	5	9	4	6	4	44	0	0,47	1,73
Quím. Inorg. y Nucl.	4		4	5	5	8	2	11	1	2	1	43	-75	0,46	0,79
Cristalografía	2	3	1		2	7	1	6	11	5	4	42	100	0,45	2,48
Reproducción	2	2	2	3	5	3	6	2	8	3	5	41	150	0,44	2,79
Trasplantes	6	2	1	2	1	6	4	4	3	7	4	40	-33	0,43	1,53
Microscopía	1	6	5	2	7	3	2	6	2	2	2	38	100	0,41	12,54
Anatomía y Morfología	2	4	3		6	7	3	4	1	1	2	33	0	0,35	4,10
CC. y Tec. de los Alim.	2	2	1	3	3	2	3	5	3	4	5	33	150	0,35	0,50
Reumatología	2		3	3	3	1	3	2	4	8	4	33	100	0,35	2,12
Inform., Aplicac. Interdisc.	1	1		4	5	2	2	2	3	4	4	28	300	0,30	1,60
Fis., Part. y Campos								1	1	9	16	27		0,29	0,84
Química Aplicada	3	2	2	4	4	1	1	4	4		1	26	-67	0,28	0,60
Química Física	2	4			1	2	1	1	1	4	5	21	150	0,23	0,19
Matem., Aplicac. Interdisc.					5	2		2	3	5	3	20		0,21	2,21
Estadística y Probabilidad					5	2		2	3	4	3	19		0,20	1,15
Humanidades, Multidisciplinar	5		3		1	2		4	2			17	-100	0,18	1,52
Medio Ambiente	1	3		1		2	2	1	3	1	3	17	200	0,18	0,34
Ciencias del Comportamiento	2	3		1	1		2	1		1	5	16	150	0,17	1,80
Entomología		1	2	3	1		4	1	2	1	1	16		0,17	1,89
Geriatría	2	2				2		2	4	4		16	-100	0,17	3,17
Horticultura	1	2		1	1		1	4	2	2	2	16	100	0,17	1,43
Agronomía		3		1	1		1	4	2	1	2	15		0,16	0,90
Ecología				3	1	1	1	3	1	2	2	14		0,15	0,46
Obstetricia y Ginecología		2		2	2	1	2	1	1		3	14		0,15	0,85
Oftalmología		1		2	1	1	2	1	1	4	1	14		0,15	0,84
Rad. y Med. Nucl.	1	1			3	3			1	3	2	14	100	0,15	0,58
Dermat. y Enferm. Venéreas		1	1		1		2	3		1	3	12		0,13	0,55
Odontología y Estomatología							2	2	2	2	4	12		0,13	1,19
Física, Multidisciplinar									2	6	2	10		0,11	0,18
Ingeniería Química		1			1	1	1	1		2	3	10		0,11	0,23
Neumología		2	1		1	1	1	1	1	2		10		0,11	0,44

Temas	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Tot. Docs.	Incr (%)	%Docs Área	%Docs España
Agricultura, Multidisciplinar					2	1	1	2	1		2	9		0,10	0,47
Alergia	1	1		1	1	1	2			2		9	-100	0,10	0,49
Ing. Eléctrica y Electón.	1		1				1	3	1		1	8	0	0,09	0,15
Drogodependencias				1	1			2	2	1		7		0,08	1,93
Fis. Atóm., Mol. y Quím.				1		1		1	2	1	1	7		0,08	0,16
Medicina Intensiva						1		3	1	2		7		0,08	0,68
Biol. Marina y de Aguas Cont.		1			1			1	2	1		6		0,06	0,15
Medicina Tropical			1	3	1		1					6		0,06	2,32
Pediatría		1	1		1	1	1		1			6		0,06	0,34
Andrología		2			2						1	5		0,05	5,62
Energía y Combustibles			1	2				1	1			5		0,05	0,36
Informática, Cibernética	1	1		3								5	-100	0,05	1,12
Informática, Inteligencia Artificial			1		1			2	1			5		0,05	0,19
Ingeniería Biomédica			1	1						1	2	5		0,05	0,58
Ingeniería Medioambiental		1				1	2				1	5		0,05	0,38
Polímeros					1			2	1	1		5		0,05	0,16
Salud Púb., Mediamb. y Lab.		1		1		1			1		1	5		0,05	0,24
Informática, Teoría y Métodos					1						3	4		0,04	0,20
Otorrinolaringología		1							2		1	4		0,04	0,88
Agricultura, Suelo							1	1			1	3		0,03	0,25
Antropología		1		1		1						3		0,03	0,74
Biblio. y Doc.							2	1				3		0,03	1,27
CC. Materiales, Papel y Mad.					1				1	1		3		0,03	2,19
Energía Nuclear								1	1	1		3		0,03	0,18
Ingeniería Agrícola			1	2								3		0,03	0,75
Instrumentación					1				1	1		3		0,03	0,16
Nutrición y Dietética						1		1		1		3		0,03	0,15
Pesca				1					1	1		3		0,03	0,27
Recursos Hídricos		1					1				1	3		0,03	0,19
Silvicultura								1		2		3		0,03	0,42
Agricultura y Ganadería	1						1					2	-100	0,02	0,17
CC. Materiales, Mat. Biol.										1	1	2		0,02	0,52
CC. Materiales, Mutidis.					1					1		2		0,02	0,03
Física Nuclear									1	1		2		0,02	0,09
Informát., Ing. del Soft.									1		1	2		0,02	0,23
Matemáticas		2										2		0,02	0,04
Medicina Forense										1	1	2		0,02	0,52
Psicología							1	1				2		0,02	0,28
Anestesiología				1								1		0,01	0,15
CC. Soc. Interdic.				1								1		0,01	0,76

Temas	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Tot. Docs.	Incr (%)	%Docs Área	%Docs España
Educac. e Inv. Educat.				1								1		0,01	0,44
Educac., Disc. Cient.					1							1		0,01	0,22
Ética Médica									1			1		0,01	4
Física Aplicada					1							1		0,01	0,02
Física, Estado Sólido						1						1		0,01	0,02
Gerontología						1						1		0,01	0,61
Historia y Filosofía de la Ciencia				1								1		0,01	0,37
Informática, Hardware											1	1		0,01	0,18
Meteor. y CC. Atmos.									1			1		0,01	0,09
Óptica							1					1		0,01	0,03
Paleontología		1										1		0,01	0,17
Psicología Biológica		1										1		0,01	0,17
Psicología Multidisciplinar							1					1		0,01	0,05
Temas Sociales				1								1	2	0,01	2,38

**Tabla Anexo 3.2. Citas por documento por disciplinas JCR: Biología y Biomedicina**

<b>Temas</b>	<b>Tot. Docs.</b>	<b>Tot Citas</b>	<b>Cit/Doc (Area)</b>	<b>Cit/Doc (Esp)</b>	<b>Citas Relativas (Área vs España)</b>
Bioquím. y Biol. Mol.	3225	69606	21,58	13,04	1,66
Biología Celular	1377	36706	26,66	13,57	1,96
Neurociencias	1097	22318	20,34	10,08	2,02
Microbiología	753	10836	14,39	9,81	1,47
Genética y Herencia	631	12800	20,29	11,41	1,78
Biofísica	625	8846	14,15	10,80	1,31
Inmunología	578	11446	19,80	9,36	2,12
Biotec. y Microbiol. Aplic.	463	5141	11,10	8,44	1,31
Farmacología y Farmacia	397	5795	14,60	7,28	2,01
Virología	382	6959	18,22	13,40	1,36
Botánica	373	6667	17,87	7,52	2,38
Biología del Desarrollo	334	10655	31,90	14,93	2,14
Oncología	275	4856	17,66	11,06	1,60
Hematología	257	4505	17,53	9,16	1,91
Endocrinología y Metabolismo	248	3094	12,48	8,39	1,49
Ciencias Multidisciplinares	236	19996	84,73	32,34	2,62
Medicina, Investigación	209	4054	19,40	9,13	2,12
Biométodos	168	1628	9,69	8,80	1,10
Enferm. Vascul. Perif.	161	2347	14,58	7,07	2,06
Patología	155	1395	9	7,39	1,22
Neurología Clínica	148	1461	9,87	5,05	1,96
Biología	141	1881	13,34	7,27	1,84
Gastroenterología y Hepatología	141	2044	14,50	6,15	2,36
Fisiología	104	1511	14,53	7,17	2,03
Coraz. y Sist. Cardiovas.	99	1747	17,65	5,79	3,05
Micología	83	435	5,24	3,99	1,31
Enfermedades Infecciosas	80	990	12,38	8,07	1,53
Química Médica	78	931	11,94	6,70	1,78
Parasitología	71	652	9,18	5,03	1,82
Química Orgánica	69	765	11,09	9,70	1,14
Química Analítica	64	639	9,98	8,28	1,21
Urología y Nefrología	63	523	8,30	4,33	1,92
Cirugía	56	405	7,23	4,76	1,52
Medicina Interna y General	56	921	16,45	5,94	2,77
Biología de la Evolución	55	715	13	9,74	1,33
Zoología	53	993	18,74	6,74	2,78
Espectroscopía	51	590	11,57	7,42	1,56
Psiquiatría	50	1082	21,64	5,27	4,11
Toxicología	48	568	11,83	7,03	1,68
Med., Téc. Lab.	45	157	3,49	4,88	0,71
Química, Multidisciplinar	45	374	8,31	9,42	0,88
Veterinaria	44	410	9,32	5,04	1,85
Quím. Inorg. y Nucl.	43	424	9,86	9,77	1,01
Cristalografía	42	163	3,88	4,53	0,86
Reproducción	41	225	5,49	7,77	0,71
Trasplantes	40	301	7,53	5,49	1,37
Microscopía	38	388	10,21	5,99	1,70
Anatomía y Morfología	33	363	11	7,42	1,48

Temas	Tot. Docs.	Tot Citas	Cit/Doc (Area)	Cit/Doc (Esp)	Citas Relativas (Área vs España)
CC. y Tec. de los Alim.	33	174	5,27	6,31	0,84
Reumatología	33	287	8,70	6,66	1,31
Inform., Aplicac. Interdisc.	28	421	15,04	4,95	3,03
Fís., Part. y Campos	27	75	2,78	14,36	0,19
Química Aplicada	26	255	9,81	6,59	1,49
Química Física	21	149	7,10	8,61	0,82
Matem., Aplicac. Interdisc.	20	356	17,80	6,58	2,71
Estadística y Probabilidad	19	354	18,63	3,92	4,75
Humanidades, Multidisciplinar	17	3	0,18	0,06	3,04
Medio Ambiente	17	201	11,82	6,90	1,71
Ciencias del Comportamiento	16	123	7,69	7,85	0,98
Entomología	16	100	6,25	3,84	1,63
Geriatría	16	55	3,44	5,99	0,57
Horticultura	16	183	11,44	6,06	1,89
Agronomía	15	177	11,80	5,29	2,23
Ecología	14	202	14,43	8,92	1,62
Obstetricia y Ginecología	14	44	3,14	6,51	0,48
Oftalmología	14	40	2,86	4,60	0,62
Rad. y Med. Nucl.	14	164	11,71	4,59	2,55
Dermat. y Enferm. Venéreas	12	22	1,83	4,18	0,44
Odontología y Estomatología	12	92	7,67	2,93	2,62
Física, Multidisciplinar	10	29	2,90	11,07	0,26
Ingeniería Química	10	11	1,10	6,74	0,16
Neumología	10	107	10,70	8,48	1,26
Agricultura, Multidisciplinar	9	80	8,89	7,81	1,14
Alergia	9	111	12,33	4,97	2,48
Ing. Eléctrica y Electón.	8	27	3,38	3,35	1,01
Drogodependencias	7	24	3,43	5,85	0,59
Fís. Atóm., Mol. y Quím.	7	42	6	9,01	0,67
Medicina Intensiva	7	49	7	11,41	0,61
Biol. Marina y de Aguas Cont.	6	40	6,67	6,80	0,98
Medicina Tropical	6	39	6,50	6,78	0,96
Pediatría	6	73	12,17	4,68	2,60
Andrología	5	106	21,20	6,45	3,29
Energía y Combustibles	5	20	4	5,39	0,74
Informática, Cibernética	5	58	11,60	3,84	3,02
Informática, Inteligencia Artificial	5	23	4,60	2,41	1,91
Ingeniería Biomédica	5	11	2,20	6,32	0,35
Ingeniería Medioambiental	5	32	6,40	7,81	0,82
Polímeros	5	31	6,20	6,52	0,95
Salud Púb., Mediamb. y Lab.	5	59	11,80	7,84	1,51
Informática, Teoría y Métodos	4	12	3	2,24	1,34
Otorrinolaringología	4	15	3,75	3,98	0,94
Agricultura, Suelo	3	6	2	5,30	0,38
Antropología	3	6	2	4,76	0,42
Biblio. y Doc.	3	1	0,33	1,72	0,19
CC. Materiales, Papel y Mad.	3	18	6	4,63	1,30
Energía Nuclear	3	21	7	4,15	1,69
Ingeniería Agrícola	3	16	5,33	5,39	0,99
Instrumentación	3	19	6,33	4,87	1,30



<b>Temas</b>	<b>Tot. Docs.</b>	<b>Tot Citas</b>	<b>Cit/Doc (Area)</b>	<b>Cit/Doc (Esp)</b>	<b>Citas Relativas (Área vs España)</b>
Nutrición y Dietética	3	18	6	6,27	0,96
Pesca	3	12	4	6,43	0,62
Recursos Hídricos	3	21	7	4,98	1,41
Silvicultura	3	11	3,67	5,64	0,65
Agricultura y Ganadería	2	37	18,50	4,78	3,87
CC. Materiales, Mat. Biol.	2	2	1	7,95	0,13
CC. Materiales, Mutidis.	2	16	8	5,44	1,47
Física Nuclear	2	17	8,50	9,87	0,86
Informát., Ing. del Soft.	2	2	1	2,69	0,37
Matemáticas	2	1	0,50	2,51	0,20
Medicina Forense	2	0	0	6,53	0
Psicología	2	12	6	4,57	1,31
Anestesiología	1	22	22	4,05	5,43
CC. Soc. Interdic.	1	5	5	1,62	3,09
Educac. e Inv. Educat.	1	5	5	1,73	2,89
Educac., Disc. Cient.	1	0	0	1,69	0
Ética Médica	1	0	0	3,36	0
Física Aplicada	1	2	2	5,98	0,33
Física, Estado Sólido	1	14	14	7,03	1,99
Gerontología	1	0	0	2,57	0
Historia y Filosofía de la Ciencia	1	4	4	0,45	8,97
Informática, Hardware	1	0	0	1,99	0
Meteor. y CC. Atmos.	1	0	0	6,22	0
Óptica	1	10	10	5,99	1,67
Paleontología	1	3	3	4,79	0,63
Psicología Biológica	1	0	0	3,64	0
Psicología Multidisciplinar	1	4	4	1,26	3,18
Temas Sociales	1	5	5	2,02	2,47

Tabla Anexo 3.3. Factor de Impacto medio por disciplinas JCR: Biología y Biomedicina

Temas	Tot. Docs.	Fi medio (Área)	Fi medio (Esp)	FIR (Área vs Esp)
Bioquím. y Biol. Mol.	3225	5,529	3,877	1,43
Biología Celular	1377	6,891	4,468	1,54
Neurociencias	1097	4,303	2,987	1,44
Microbiología	753	3,659	2,619	1,40
Genética y Herencia	631	5,979	3,926	1,52
Biofísica	625	3,418	2,996	1,14
Inmunología	578	5,150	3,096	1,66
Biotec. y Microbiol. Aplic.	463	2,778	1,935	1,44
Farmacología y Farmacia	397	3,295	2,058	1,60
Virología	382	3,955	4,098	0,97
Botánica	373	3,723	1,618	2,30
Biología del Desarrollo	334	7,477	4,028	1,86
Oncología	275	4,562	3,182	1,43
Hematología	257	6,722	4,998	1,34
Endocrinología y Metabolismo	248	3,783	3,444	1,10
Ciencias Multidisciplinares	236	16,489	10,763	1,53
Medicina, Investigación	209	6,444	3,423	1,88
Biométodos	168	2,562	2,255	1,14
Enferm. Vascul. Perif.	161	5,851	4,722	1,24
Patología	155	3,431	2,466	1,39
Neurología Clínica	148	3,127	1,879	1,66
Biología	141	7,056	4,043	1,75
Gastroenterología y Hepatología	141	6,685	4,403	1,52
Fisiología	104	3,609	2,323	1,55
Coraz. y Sist. Cardiovas.	99	6,763	3,417	1,98
Micología	83	2,171	1,238	1,75
Enfermedades Infecciosas	80	3,245	2,902	1,12
Química Médica	78	3,033	1,841	1,65
Parasitología	71	1,998	1,316	1,52
Química Orgánica	69	2,218	2,453	0,90
Química Analítica	64	2,331	1,924	1,21
Urología y Nefrología	63	3,271	2,301	1,42
Cirugía	56	2,299	1,531	1,50
Medicina Interna y General	56	4,405	2,424	1,82
Biología de la Evolución	55	3,697	2,766	1,34
Zoología	53	2,507	1,295	1,94
Espectroscopía	51	2,440	1,815	1,34
Psiquiatría	50	4,145	2,142	1,94
Toxicología	48	2,253	1,518	1,48
Med., Téc. Lab.	45	3,932	2,763	1,42
Química, Multidisciplinar	45	3,799	2,684	1,42
Veterinaria	44	1,784	1,096	1,63
Quím. Inorg. y Nucl.	43	2,131	2,127	1
Cristalografía	42	2,068	1,130	1,83
Reproducción	41	2,466	2,374	1,04
Trasplantes	40	2,475	1,811	1,37
Microscopía	38	1,580	1,541	1,02
Anatomía y Morfología	33	1,592	1,594	1

<b>Temas</b>	<b>Tot. Docs.</b>	<b>Fi medio (Área)</b>	<b>Fi medio (Esp)</b>	<b>FIR (Area vs Esp)</b>
CC. y Tec. de los Alim.	33	1,401	1,194	1,17
Reumatología	33	5,635	3,703	1,52
Inform., Aplicac. Interdisc.	28	3,739	1,037	3,61
Fís., Part. y Campos	27	3,680	3,249	1,13
Química Aplicada	26	1,455	1,295	1,12
Química Física	21	2,282	1,989	1,15
Matem., Aplicac. Interdisc.	20	4,712	1,221	3,86
Estadística y Probabilidad	19	4,945	0,687	7,19
Humanidades, Multidisciplinar	17			
Medio Ambiente	17	1,919	1,308	1,47
Ciencias del Comportamiento	16	2,888	2,057	1,40
Entomología	16	1,497	0,844	1,77
Geriatría	16	3,420	2,160	1,58
Horticultura	16	1,577	1,071	1,47
Agronomía	15	1,591	1,001	1,59
Ecología	14	3,363	1,808	1,86
Obstetricia y Ginecología	14	2,595	2,048	1,27
Oftalmología	14	3,250	2,679	1,21
Rad. y Med. Nucl.	14	2,477	1,804	1,37
Dermat. y Enferm. Venéreas	12	3,782	1,469	2,57
Odontología y Estomatología	12	1,701	2,060	0,83
Física, Multidisciplinar	10	4,520	2,902	1,56
Ingeniería Química	10	1,250	1,164	1,07
Neumología	10	2,934	2,473	1,19
Agricultura, Multidisciplinar	9	1,554	1,458	1,07
Alergia	9	3,894	2,677	1,45
Ing. Eléctrica y Electón.	8	1,008	0,938	1,07
Drogodependencias	7	1,958	1,755	1,12
Fís. Atóm., Mol. y Quím.	7	2,276	2,276	1
Medicina Intensiva	7	3,702	3,245	1,14
Biol. Marina y de Aguas Cont.	6	1,437	1,114	1,29
Medicina Tropical	6	0,656	1,305	0,50
Pediatría	6	1,055	1,400	0,75
Andrología	5	1,125	1,629	0,69
Energía y Combustibles	5	0,744	0,854	0,87
Informática, Cibernética	5	1,811	0,567	3,19
Informática, Inteligencia Artificial	5	0,993	0,648	1,53
Ingeniería Biomédica	5	1,925	1,436	1,34
Ingeniería Medioambiental	5	2,230	1,700	1,31
Polímeros	5	1,818	1,525	1,19
Salud Púb., Mediamb. y Lab.	5	2,361	1,665	1,42
Informática, Teoría y Métodos	4	1,022	0,572	1,79
Otorrinolaringología	4	1,429	0,906	1,58
Agricultura, Suelo	3	1,560	0,951	1,64
Antropología	3	0,737	1,251	0,59
Biblio. y Doc.	3	0,660	0,845	0,78
CC. Materiales, Papel y Mad.	3	0,760	0,561	1,35
Energía Nuclear	3	3,130	0,856	3,66
Ingeniería Agrícola	3	0,632	0,704	0,90
Instrumentación	3	1,125	1,106	1,02

Temas	Tot. Docs.	Fi medio (Área)	Fi medio (Esp)	FIR (Area vs Esp)
Nutrición y Dietética	3	1,796	1,740	1,03
Pesca	3	1,469	1,060	1,39
Recursos Hídricos	3	1,455	0,915	1,59
Silvicultura	3	1,347	1,162	1,16
Agricultura y Ganadería	2	0,610	0,976	0,62
CC. Materiales, Mat. Biol.	2	3,799	1,679	2,26
CC. Materiales, Mutidis.	2	2,612	1,394	1,87
Física Nuclear	2	1,100	2,329	0,47
Informát., Ing. del Soft.	2	1,329	0,676	1,96
Matemáticas	2	0,281	0,415	0,68
Medicina Forense	2	1,551	1,268	1,22
Psicología	2	2,004	1,840	1,09
Anestesiología	1	4,625	2,209	2,09
CC. Soc. Interdic.	1	0,206	0,442	0,47
Educac. e Inv. Educat.	1	0,206	0,531	0,39
Educac., Disc. Cient.	1	0,232	0,472	0,49
Ética Médica	1	0,586	0,831	0,71
Física Aplicada	1	1,177	1,733	0,68
Física, Estado Sólido	1	1,354	1,751	0,77
Gerontología	1	0,416	1,737	0,24
Historia y Filosofía de la Ciencia	1	0,629	0,362	1,74
Informática, Hardware	1	0,854	0,707	1,21
Meteor. y CC. Atmos.	1	0,286	1,527	0,19
Óptica	1	0,495	1,633	0,30
Paleontología	1	0,623	1,025	0,61
Psicología Biológica	1	8,118	1,811	4,48
Psicología Multidisciplinar	1	3,040	0,631	4,82
Temas Sociales	1	0,206	0,615	0,33

**Tabla Anexo 3.4. Posición Normalizada media por disciplinas JCR: Biología y Biomedicina**

<b>Temas</b>	<b>Tot. Docs.</b>	<b>PN (Área)</b>	<b>PN (Esp)</b>	<b>PNR (Área vs Esp)</b>
Bioquím. y Biol. Mol.	3225	0,82	0,72	1,13
Biología Celular	1377	0,81	0,70	1,16
Neurociencias	1097	0,76	0,66	1,16
Microbiología	753	0,80	0,71	1,13
Genética y Herencia	631	0,77	0,69	1,12
Biofísica	625	0,77	0,72	1,07
Inmunología	578	0,80	0,71	1,13
Bistec. y Microbiol. Aplic.	463	0,77	0,70	1,10
Farmacología y Farmacia	397	0,81	0,62	1,30
Virología	382	0,78	0,78	1,01
Botánica	373	0,86	0,67	1,28
Biología del Desarrollo	334	0,80	0,67	1,20
Oncología	275	0,82	0,70	1,17
Hematología	257	0,89	0,78	1,14
Endocrinología y Metabolismo	248	0,74	0,70	1,05
Ciencias Multidisciplinares	236	0,95	0,83	1,14
Medicina, Investigación	209	0,86	0,72	1,19
Biométodos	168	0,71	0,72	0,98
Enferm. Vascul. Perif.	161	0,88	0,81	1,09
Patología	155	0,84	0,73	1,15
Neurología Clínica	148	0,66	0,50	1,31
Gastroenterología y Hepatología	141	0,91	0,67	1,36
Biología	141	0,86	0,72	1,19
Fisiología	104	0,76	0,67	1,13
Coraz. y Sist. Cardiovas.	99	0,90	0,67	1,35
Micología	83	0,81	0,54	1,49
Enfermedades Infecciosas	80	0,75	0,68	1,11
Química Médica	78	0,77	0,62	1,23
Parasitología	71	0,71	0,59	1,21
Química Orgánica	69	0,77	0,74	1,04
Química Analítica	64	0,78	0,68	1,15
Urología y Nefrología	63	0,70	0,57	1,24
Medicina Interna y General	56	0,69	0,54	1,27
Cirugía	56	0,67	0,60	1,11
Biología de la Evolución	55	0,83	0,77	1,07
Zoología	53	0,85	0,63	1,35
Espectroscopía	51	0,78	0,70	1,12
Psiquiatría	50	0,85	0,62	1,36
Toxicología	48	0,71	0,65	1,08
Química, Multidisciplinar	45	0,72	0,70	1,02
Med., Téc. Lab.	45	0,87	0,70	1,25
Veterinaria	44	0,88	0,74	1,19
Quím. Inorg. y Nucl.	43	0,69	0,70	0,98
Cristalografía	42	0,79	0,50	1,60
Reproducción	41	0,76	0,82	0,93
Trasplantes	40	0,72	0,60	1,19
Microscopía	38	0,65	0,60	1,08
CC. y Tec. de los Alim.	33	0,82	0,75	1,09

Temas	Tot. Docs.	PN (Área)	PN (Esp)	PNR (Área vs Esp)
Reumatología	33	0,86	0,73	1,18
Anatomía y Morfología	33	0,59	0,60	0,98
Inform., Aplicac. Interdisc.	28	0,78	0,63	1,24
Fís., Part. y Campos	27	0,68	0,73	0,94
Química Aplicada	26	0,86	0,78	1,10
Química Física	21	0,73	0,68	1,07
Matem., Aplicac. Interdisc.	20	0,73	0,61	1,19
Estadística y Probabilidad	19	0,73	0,45	1,63
Medio Ambiente	17	0,83	0,68	1,22
Humanidades, Multidisciplinar	17			
Horticultura	16	0,86	0,72	1,18
Ciencias del Comportamiento	16	0,78	0,76	1,03
Entomología	16	0,85	0,60	1,42
Geriatría	16	0,80	0,68	1,17
Agronomía	15	0,84	0,70	1,20
Ecología	14	0,90	0,72	1,25
Rad. y Med. Nucl.	14	0,77	0,64	1,20
Oftalmología	14	0,83	0,76	1,10
Obstetricia y Ginecología	14	0,86	0,74	1,16
Dermat. y Enferm. Venéreas	12	0,93	0,61	1,52
Odontología y Estomatología	12	0,77	0,70	1,10
Física, Multidisciplinar	10	0,91	0,72	1,27
Ingeniería Química	10	0,77	0,78	0,99
Neumología	10	0,69	0,66	1,04
Agricultura, Multidisciplinar	9	0,96	0,92	1,04
Alergia	9	0,88	0,73	1,21
Ing. Eléctrica y Electón.	8	0,68	0,66	1,03
Fís. Atóm., Mol. y Quím.	7	0,80	0,74	1,08
Medicina Intensiva	7	0,85	0,78	1,09
Drogodependencias	7	0,71	0,65	1,09

## CIENCIA DE MATERIALES

Se presentan las principales *Subject Categories* de los documentos publicados por los investigadores del área de Ciencia de Materiales.

Tabla Anexo 3.5. Distribución de documentos por disciplinas JCR y por años:  
Ciencia de Materiales

Temas	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Tot. Docs.	Incr (%)	%Docs Area	%Docs España
CC. Materiales, Mutidis.	126	191	178	187	189	266	187	255	271	171	174	2195	38	22,72	28,43
Física, Estado Sólido	122	173	146	191	151	222	181	182	241	139	182	1930	49	19,98	29,25
Química Física	81	89	104	116	126	110	129	136	125	145	118	1279	46	13,24	11,80
Física Aplicada	112	75	82	106	104	98	96	95	118	94	79	1059	-29	10,96	22,11
Polímeros	64	65	70	87	66	94	83	111	86	81	58	865	-9	8,95	27,71
Quím. Inorg. y Nucl.	88	78	72	83	76	74	62	69	69	78	49	798	-44	8,26	14,75
Metal. e Ing. Metalúrg.	43	48	70	58	72	53	54	102	68	68	46	682	7	7,06	39,04
CC. Materiales, Cerám.	17	12	17	41	66	65	72	66	87	71	92	606	441	6,27	38,26
Química, Multidisciplinar	45	45	49	38	53	38	41	44	53	56	58	520	29	5,38	8,41
Química Orgánica	50	44	56	59	40	44	41	46	40	35	25	480	-50	4,97	6,16
Física, Multidisciplinar	16	32	38	39	42	38	25	18	22	21	29	320	81	3,31	5,66
Cristalografía	24	29	40	29	22	33	18	31	21	26	14	287	-42	2,97	16,94
Fís. Atóm., Mol. y Quím.	15	24	15	34	26	24	24	30	29	28	20	269	33	2,78	6,10
Ing. Eléctrica y Electrón.	24	18	14	24	11	21	28	19	11	22	12	204	-50	2,11	3,73
CC. Materiales, Revest. y Pelícu.	7	8	14	17	26	12	20	19	23	23	24	193	243	2	25,77
Tecnología de la Construcción	9	10	24	13	12	25	17	25	13	21	9	178	0	1,84	36,63
Química Analítica	22	25	14	12	16	16	7	3	17	16	10	158	-55	1,64	1,68
Ingeniería Química	6	14	12	7	11	18	18	20	12	18	16	152	167	1,57	3,51
Óptica	5	7	8	12	15	13	12	25	10	5	12	124	140	1,28	3,42
Instrumentación	5	15	6	15	7	6	11	24	4	18	10	121	100	1,25	6,58
Espectroscopía	11	15	9	10	5	11	9	12	6	5	10	103	-9	1,07	5,03
CC. Materiales, Mat. Biol.	4	4	6	9	8	11	8	11	16	11	10	98	150	1,01	25,45
Ingeniería Biomédica	4	4	6	9	9	11	8	11	15	9	8	94	100	0,97	10,89
Electroquímica		2	5	9	5	11	8	8	10	11	15	84		0,87	6,73
Medio Ambiente	3	7	8	3	7	6	4	12	10	11	10	81	233	0,84	1,62
Energía Nuclear	2	19	3	11	5	3	2	7	3	7	6	68	200	0,70	4,10
Física Matemática	5	7	4	3	4	12	6	4	12	5	3	65	-40	0,67	2,29
Física Nuclear	3	10	3	12	6	3	3	9	5	7	3	64	0	0,66	2,86
Química Aplicada	1	5	4	5	4	8	4	5	10	7	8	61	700	0,63	1,42
Mineralogía	1	5	4	8	3	7	2	6	5	5	8	54	700	0,56	8,84
Física, Fluidos y Plasma	5	3	4	4	1	8	4	3	10	4	4	50	-20	0,52	3,05
Bioquím. y Biol. Mol.	5	2	7	2	1	2	1	5	4	7	8	44	60	0,46	0,31
Ingeniería Medioambiental	2	3	2	1	3	1	3	7	5	9	4	40	100	0,41	3,02
Ingeniería, Multidisciplinar		1			1	1		5	6	5	7	26		0,27	3,52

Temas	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Tot. Docs.	Incr (%)	%Docs Area	%Docs España
Biotec. y Microbiol. Aplic.	1	2	2		5	3	2	2		2	4	23	300	0,24	0,43
Ingeniería Civil		1	6	1	2	2	2	5	1	1	2	23		0,24	3,62
Ingeniería Mecánica			6	3	2	2	3	4	1	2		23		0,24	2,59
Ciencias Multidisciplinares	1	1		1	3	5	3	1	2	1	4	22	300	0,23	1,33
Biofísica			3	1	1	1	1	4	2	4	4	21		0,22	0,68
CC. Materiales, Mat. Comp.		1		2		4			4	6	3	20		0,21	7,04
Meteor. y CC. Atmos.			2	2	3	2	2	4	2	2		19		0,20	1,73
Rad. y Med. Nucl.	1	4	3	1		4	2		1	1	2	19	100	0,20	0,78
Geociencias, Multidisciplinar		2	1	2	2	2	1		1	3	3	17		0,18	0,71
CC. Materiales, Carac. y Ensay.	2		2	1	1	2	3	2	3			16	-100	0,17	11,35
Farmacología y Farmacia		1	3		2	1	2	2	3		2	16		0,17	0,20
Recursos Hídricos	1	1	1	2	3	2			2	3	1	16	0	0,17	1
Energía y Combustibles		1	1	1	2	2	2	1		3	1	14		0,14	0,99
Mecánica	2	2	1	5						2	2	14	0	0,14	0,96
Agricultura, Suelo		1	3	2	2	1			1	3		13		0,13	1,08
Inform., Aplicac. Interdisc.		4				4	2				1	11		0,11	0,63
Biométodos	1	1		1	1	1			3	2		10	-100	0,10	0,27
Microbiología	1		2		2	1		3		1		10	-100	0,10	0,14
Matemáticas Aplicadas	2	1			2	1	1				2	9	0	0,09	0,18
Minería		1		3		2		1			2	9		0,09	3,53
Neurociencias	1			1	1		3		1	1		8	-100	0,08	0,09
Ingeniería de Fabricación		1	1		2	1				2		7		0,07	2,33
Matem., Aplicac. Interdisc.	1			1			1		1	1	1	6	0	0,06	0,66
Microscopía		1			2	1	1		1			6		0,06	1,98
Química Médica						1	1		2	1	1	6		0,06	0,33
Fís., Part. y Campos	1			2				2				5	-100	0,05	0,16
Ingeniería Industrial		1	1		1					2		5		0,05	1,47
Odontología y Estomatología				1	1				2	1		5		0,05	0,49
Termodinámica	1	1			2		1					5	-100	0,05	0,61
CC. y Tec. de los Alim.	1				1				1		1	4	0	0,04	0,06
Educac., Disc. Cient.						1	1		1		1	4		0,04	0,87
Geoquímica y Geofísica					2			2				4		0,04	0,30
Salud Púb., Mediamb. y Lab.				1		2					1	4		0,04	0,19
Agricultura, Multidisciplinar		1							1		1	3		0,03	0,16
Botánica	2	1										3	-100	0,03	0,05
Endocrinología y Metabolismo	2							1				3	-100	0,03	0,07
Enferm. Vascul. Perif.	2				1							3	-100	0,03	0,08
Genética y Herencia		1	1			1						3		0,03	0,05
Hematología	2				1							3	-100	0,03	0,06
Informát., Ing. del Soft.		1				1	1					3		0,03	0,35



Temas	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Tot. Docs.	Incr (%)	%Docs Area	%Docs España
Matemáticas	2						1					3	-100	0,03	0,05
Neurología Clínica	1	1						1				3	-100	0,03	0,04
Astronomía y Astrofísica	1										1	2	0	0,02	0,04
Biología Celular											2	2		0,02	0,03
CC. Materiales, Textiles								1			1	2		0,02	1,10
Coraz. y Sist. Cardiovas.	1				1							2	-100	0,02	0,04
Horticultura	1				1							2	-100	0,02	0,18
Obstetricia y Ginecología							1			1		2		0,02	0,12
Oftalmología										1	1	2		0,02	0,12
Psiquiatría				1			1					2		0,02	0,08
Zoología			1							1		2		0,02	0,08
Agronomía	1											1	-100	0,01	0,06
Anatomía y Morfología		1										1		0,01	0,12
Arqueología											1	1		0,01	0,57
Arte											1	1		0,01	0,38
Biblio. y Doc.						1						1		0,01	0,42
Biodiversidad		1										1		0,01	0,21
Biología		1										1		0,01	0,07
Biología de la Evolución			1									1		0,01	0,09
Cirugía		1										1		0,01	0,02
Ecología		1										1		0,01	0,03
Enfermedades Infecciosas										1		1		0,01	0,03
Humanidades, Multidisciplinar									1			1		0,01	0,09
Informática, Cibernética		1										1		0,01	0,22
Informática, Hardware					1							1		0,01	0,18
Ingeniería Geológica							1					1		0,01	0,72
Inmunología						1						1		0,01	0,01
Medicina Tropical						1						1		0,01	0,39
Neuroimagen		1										1		0,01	0,52
Servicios Médicos				1								1		0,01	0,20
Silvicultura						1						1		0,01	0,14

Tabla Anexo 3.6. Citas por documento por disciplinas JCR: Ciencia de Materiales

Temas	Tot. Docs.	Tot Citas	Cit/Doc (Área)	Cit/Doc (Esp)	Citas Relativas (Área vs España)
CC. Materiales, Mutidis.	2195	13684	6,23	5,44	1,15
Física, Estado Sólido	1930	16875	8,74	7,03	1,24
Química Física	1279	11185	8,75	8,61	1,02
Física Aplicada	1059	8231	7,77	5,98	1,30
Polímeros	865	5195	6,01	6,52	0,92
Quím. Inorg. y Nucl.	798	7876	9,87	9,77	1,01
Metal. e Ing. Metalúrg.	682	3273	4,80	4,20	1,14
CC. Materiales, Cerám.	606	2504	4,13	2,93	1,41
Química, Multidisciplinar	520	6869	13,21	9,42	1,40
Química Orgánica	480	6194	12,90	9,70	1,33
Física, Multidisciplinar	320	5809	18,15	11,07	1,64
Cristalografía	287	1294	4,51	4,53	1
Fis. Atóm., Mol. y Quím.	269	2833	10,53	9,01	1,17
Ing. Eléctrica y Electón.	204	996	4,88	3,35	1,46
CC. Materiales, Revest. y Pelícu.	193	924	4,79	5,17	0,93
Tecnología de la Construcción	178	718	4,03	2,95	1,37
Química Analítica	158	702	4,44	8,28	0,54
Ingeniería Química	152	954	6,28	6,74	0,93
Óptica	124	853	6,88	5,99	1,15
Instrumentación	121	575	4,75	4,87	0,98
Espectroscopía	103	557	5,41	7,42	0,73
CC. Materiales, Mat. Biol.	98	763	7,79	7,95	0,98
Ingeniería Biomédica	94	751	7,99	6,32	1,26
Electroquímica	84	555	6,61	7,05	0,94
Medio Ambiente	81	471	5,81	6,90	0,84
Energía Nuclear	68	260	3,82	4,15	0,92
Física Matemática	65	745	11,46	6,81	1,68
Física Nuclear	64	325	5,08	9,87	0,51
Química Aplicada	61	316	5,18	6,59	0,79
Mineralogía	54	317	5,87	5,59	1,05
Física, Fluidos y Plasma	50	703	14,06	8,47	1,66
Bioquím. y Biol. Mol.	44	231	5,25	13,04	0,40
Ingeniería Medioambiental	40	406	10,15	7,81	1,30
Ingeniería, Multidisciplinar	26	124	4,77	3,65	1,31
Biotec. y Microbiol. Aplic.	23	131	5,70	8,44	0,67
Ingeniería Civil	23	76	3,30	3,13	1,05
Ingeniería Mecánica	23	117	5,09	3,32	1,53
Ciencias Multidisciplinares	22	1299	59,05	32,34	1,83
Biofísica	21	125	5,95	10,80	0,55
CC. Materiales, Mat. Comp.	20	33	1,65	1,43	1,15
Meteor. y CC. Atmos.	19	110	5,79	6,22	0,93
Rad. y Med. Nucl.	19	246	12,95	4,59	2,82
Geociencias, Multidisciplinar	17	118	6,94	5,50	1,26
CC. Materiales, Carac. y Ensay.	16	79	4,94	1,86	2,66
Farmacología y Farmacia	16	85	5,31	7,28	0,73
Recursos Hídricos	16	104	6,50	4,98	1,31
Energía y Combustibles	14	119	8,50	5,39	1,58
Mecánica	14	78	5,57	4,60	1,21

Temas	Tot. Docs.	Tot Citas	Cit/Doc (Área)	Cit/Doc (Esp)	Citas Relativas (Área vs España)
Agricultura, Suelo	13	66	5,08	5,30	0,96
Inform., Aplicac. Interdisc.	11	30	2,73	4,95	0,55
Biométodos	10	40	4	8,80	0,45
Microbiología	10	49	4,90	9,81	0,50
Matemáticas Aplicadas	9	17	1,89	3,11	0,61
Minería	9	12	1,33	3,88	0,34
Neurociencias	8	101	12,63	10,08	1,25
Ingeniería de Fabricación	7	35	5	1,49	3,35
Matem., Aplicac. Interdisc.	6	342	57	6,58	8,66
Microscopía	6	4	0,67	5,99	0,11
Química Médica	6	29	4,83	6,70	0,72
Fís., Part. y Campos	5	78	15,60	14,36	1,09
Ingeniería Industrial	5	30	6	1,79	3,36
Odontología y Estomatología	5	8	1,60	2,93	0,55
Termodinámica	5	35	7	4,90	1,43
CC. y Tec. de los Alim.	4	23	5,75	6,31	0,91
Educac., Disc. Cient.	4	7	1,75	1,69	1,04
Geoquímica y Geofísica	4	19	4,75	7,25	0,66
Salud Púb., Mediamb. y Lab.	4	6	1,50	7,84	0,19
Agricultura, Multidisciplinar	3	8	2,67	7,81	0,34
Botánica	3	30	10	7,52	1,33
Endocrinología y Metabolismo	3	67	22,33	8,39	2,66
Enferm. Vascul. Perif.	3	89	29,67	7,07	4,19
Genética y Herencia	3	14	4,67	11,41	0,41
Hematología	3	156	52	9,16	5,68
Informát., Ing. del Soft.	3	1	0,33	2,69	0,12
Matemáticas	3	7	2,33	2,51	0,93
Neurología Clínica	3	52	17,33	5,05	3,43
Astronomía y Astrofísica	2	6	3	12,04	0,25
Biología Celular	2	7	3,50	13,57	0,26
CC. Materiales, Textiles	2	0	0	2,82	0
Coraz. y Sist. Cardiovas.	2	89	44,50	5,79	7,69
Horticultura	2	15	7,50	6,06	1,24
Obstetricia y Ginecología	2	10	5	6,51	0,77
Oftalmología	2	2	1	4,60	0,22
Psiquiatría	2	1	0,50	5,27	0,09
Zoología	2	11	5,50	6,74	0,82
Agronomía	1	2	2	5,29	0,38
Anatomía y Morfología	1	0	0	7,42	0
Arqueología	1	0	0	3,06	0
Arte	1	0	0	0,19	0
Biblio. y Doc.	1	0	0	1,72	0
Biodiversidad	1	11	11	6,31	1,74
Biología	1	0	0	7,27	0
Biología de la Evolución	1	8	8	9,74	0,82
Cirugía	1	1	1	4,76	0,21
Ecología	1	11	11	8,92	1,23
Enfermedades Infecciosas	1	10	10	8,07	1,24
Humanidades, Multidisciplinar	1	0	0	0,06	0
Informática, Cibernética	1	1	1	3,84	0,26

Temas	Tot. Docs.	Tot Citas	Cit/Doc (Área)	Cit/Doc (Esp)	Citas Relativas (Área vs España)
Informática, Hardware	1	4	4	1,99	2,01
Ingeniería Geológica	1	15	15	2,81	5,35
Inmunología	1	4	4	9,36	0,43
Medicina Tropical	1	5	5	6,78	0,74
Neuroimagen	1	49	49	7,25	6,76
Servicios Médicos	1	0	0	4,06	0
Silvicultura	1	8	8	5,64	1,42

**Tabla Anexo 3.7. Factor de Impacto medio por disciplinas JCR: Ciencia de Materiales**

<b>Temas</b>	<b>Tot. Docs.</b>	<b>Fi medio (Área)</b>	<b>Fi medio (Esp)</b>	<b>FIR (Área vs Esp)</b>
CC. Materiales, Mutidis.	2195	1,518	1,394	1,089
Física, Estado Sólido	1930	1,845	1,751	1,054
Química Física	1279	2,103	1,989	1,057
Física Aplicada	1059	1,831	1,733	1,057
Polímeros	865	1,508	1,525	0,989
Quím. Inorg. Y Nucl.	798	2,196	2,127	1,033
Metal. e Ing. Metalúrg.	682	0,896	0,893	1,002
CC. Materiales, Cerám.	606	0,943	0,822	1,148
Química, Multidisciplinar	520	3,946	2,684	1,470
Química Orgánica	480	2,540	2,453	1,035
Física, Multidisciplinar	320	3,724	2,902	1,283
Cristalografía	287	1,059	1,130	0,937
Fís. Atóm., Mol. y Quím.	269	1,957	2,276	0,860
Ing. Eléctrica y Electón.	204	0,995	0,938	1,061
CC. Materiales, Revest. y Pelícu.	193	1,245	1,365	0,912
Tecnología de la Construcción	178	0,482	0,461	1,046
Química Analítica	158	1,338	1,924	0,695
Ingeniería Química	152	1,352	1,164	1,161
Óptica	124	1,535	1,633	0,941
Instrumentación	121	1,171	1,106	1,059
Espectroscopía	103	1,658	1,815	0,914
CC. Materiales, Mat. Biol.	98	1,697	1,679	1,010
Ingeniería Biomédica	94	1,673	1,436	1,165
Electroquímica	84	1,774	1,729	1,026
Medio Ambiente	81	1,573	1,308	1,203
Energía Nuclear	68	0,896	0,856	1,047
Física Matemática	65	1,872	1,636	1,144
Física Nuclear	64	1,164	2,329	0,500
Química Aplicada	61	1,285	1,295	0,992
Mineralogía	54	1,155	1,108	1,042
Física, Fluidos y Plasma	50	2,152	2,032	1,059
Bioquím. y Biol. Mol.	44	2,336	3,877	0,602
Ingeniería Medioambiental	40	2,018	1,700	1,187
Ingeniería, Multidisciplinar	26	1,953	0,872	2,239
Biotec. y Microbiol. Aplic.	23	1,285	1,935	0,664
Ingeniería Civil	23	0,391	0,618	0,632
Ingeniería Mecánica	23	1,393	0,704	1,977
Ciencias Multidisciplinares	22	18,525	10,763	1,721
Biofísica	21	3,337	2,996	1,114
CC. Materiales, Mat. Comp.	20	0,874	0,529	1,651
Meteor. y CC. Atmos.	19	1,625	1,527	1,064
Rad. y Med. Nucl.	19	3,090	1,804	1,713
Geociencias, Multidisciplinar	17	1,272	1,181	1,077
CC. Materiales, Carac. y Ensay.	16	0,349	0,382	0,915
Farmacología y Farmacia	16	1,596	2,058	0,776
Recursos Hídricos	16	1,172	0,915	1,281
Energía y Combustibles	14	1,099	0,854	1,286
Mecánica	14	1,369	0,939	1,458

Temas	Tot. Docs.	Fi medio (Área)	Fi medio (Esp)	FIR (Área vs Esp)
Agricultura, Suelo	13	1,147	0,951	1,206
Inform., Aplicac. Interdisc.	11	0,895	1,037	0,863
Biométodos	10	2,011	2,255	0,892
Microbiología	10	2,704	2,619	1,033
Matemáticas Aplicadas	9	1,012	0,607	1,667
Minería	9	0,667	0,863	0,773
Neurociencias	8	3,038	2,987	1,017
Ingeniería de Fabricación	7	0,328	0,451	0,728
Matem., Aplicac. Interdisc.	6	1,409	1,221	1,153
Microscopía	6	1,156	1,541	0,750
Química Médica	6	1,988	1,841	1,080
Fís., Part. y Campos	5	3,569	3,249	1,099
Ingeniería Industrial	5	0,280	0,420	0,666
Odontología y Estomatología	5	2,890	2,060	1,403
Termodinámica	5	0,760	0,891	0,852
CC. y Tec. De los Alim.	4	1,575	1,194	1,318
Educac., Disc. Cient.	4	0,514	0,472	1,089
Geoquímica y Geofísica	4	1,660	1,713	0,969
Salud Púb., Mediamb. y Lab.	4	1,402	1,665	0,842
Agricultura, Multidisciplinar	3	1,550	1,458	1,063
Botánica	3	3,535	1,618	2,185
Endocrinología y Metabolismo	3	4,810	3,444	1,397
Enferm. Vascul. Perif.	3	7,311	4,722	1,548
Genética y Herencia	3	1,800	3,926	0,458
Hematología	3	7,816	4,998	1,564
Informát., Ing. del Soft.	3	0,289	0,676	0,427
Matemáticas	3	0,421	0,415	1,014
Neurología Clínica	3	3,015	1,879	1,604
Astronomía y Astrofísica	2	1,911	2,835	0,674
Biología Celular	2	3,179	4,468	0,711
CC. Materiales, Textiles	2	0,940	0,493	1,906
Coraz. y Sist. Cardiovas.	2	8,806	3,417	2,577
Horticultura	2	1,028	1,071	0,960
Obstetricia y Ginecología	2	1,638	2,048	0,799
Oftalmología	2	3,679	2,679	1,373
Psiquiatría	2	0,098	2,142	0,046
Zoología	2	2,177	1,295	1,681
Agronomía	1	0,818	1,001	0,817
Anatomía y Morfología	1	1,198	1,594	0,752
Arqueología	1	1,066	0,788	1,354
Arte	1	1,066	0,628	1,697
Biblio. y Doc.	1	0,931	0,845	1,102
Biodiversidad	1	1,832	1,501	1,221
Biología	1	1,198	4,043	0,296
Biología de la Evolución	1	0,682	2,766	0,247
Cirugía	1	0,659	1,531	0,431
Ecología	1	1,832	1,808	1,013
Enfermedades Infecciosas	1	2,032	2,902	0,700
Humanidades, Multidisciplinar	1			
Informática, Cibernética	1	1,064	0,567	1,876

<b>Temas</b>	<b>Tot. Docs.</b>	<b>Fi medio (Área)</b>	<b>Fi medio (Esp)</b>	<b>FIR (Área vs Esp)</b>
Informática, Hardware	1	0,277	0,707	0,392
Ingeniería Geológica	1	0,238	0,500	0,476
Inmunología	1	1,518	3,096	0,490
Medicina Tropical	1	1,781	1,305	1,365
Neuroimagen	1	1,707	2,265	0,754
Servicios Médicos	1	2,563	1,362	1,882
Silvicultura	1		1,162	0

Tabla Anexo 3.8. Posición Normalizada media por disciplinas JCR: Ciencia de Materiales

Temas	Tot. Docs.	PN (Área)	PN (Esp)	PNR (Área vs Esp)
CC. Materiales, Mutidis.	2195	0,77	0,75	1,03
Física, Estado Sólido	1930	0,75	0,73	1,04
Química Física	1279	0,72	0,68	1,06
Física Aplicada	1059	0,81	0,79	1,03
Polímeros	865	0,76	0,76	1
Quím. Inorg. y Nucl.	798	0,71	0,70	1,01
Metal. e Ing. Metalúrg.	682	0,70	0,69	1,01
CC. Materiales, Cerám.	606	0,70	0,65	1,09
Química, Multidisciplinar	520	0,80	0,70	1,13
Química Orgánica	480	0,77	0,74	1,05
Física, Multidisciplinar	320	0,68	0,72	0,96
Cristalografía	287	0,49	0,50	0,99
Fís. Atóm., Mol. y Quím.	269	0,71	0,74	0,96
Ing. Eléctrica y Electón.	204	0,74	0,66	1,13
CC. Materiales, Revest. y Pelícu.	193	0,68	0,72	0,94
Tecnología de la Construcción	178	0,66	0,62	1,06
Química Analítica	158	0,46	0,68	0,68
Ingeniería Química	152	0,77	0,78	0,99
Óptica	124	0,77	0,73	1,06
Instrumentación	121	0,84	0,81	1,04
Espectroscopía	103	0,59	0,70	0,85
CC. Materiales, Mat. Biol.	98	0,72	0,68	1,06
Ingeniería Biomédica	94	0,71	0,65	1,09
Electroquímica	84	0,74	0,74	1
Medio Ambiente	81	0,81	0,68	1,18
Energía Nuclear	68	0,75	0,71	1,06
Física Matemática	65	0,85	0,80	1,06
Física Nuclear	64	0,74	0,70	1,06
Química Aplicada	61	0,62	0,78	0,79
Mineralogía	54	0,72	0,65	1,10
Física, Fluidos y Plasma	50	0,92	0,90	1,02
Bioquím. y Biol. Mol.	44	0,70	0,72	0,97
Ingeniería Medioambiental	40	0,79	0,79	0,99
Ingeniería, Multidisciplinar	26	0,96	0,71	1,35
Biotec. y Microbiol. Aplic.	23	0,77	0,70	1,09
Ingeniería Civil	23	0,57	0,70	0,82
Ingeniería Mecánica	23	0,93	0,68	1,37
Ciencias Multidisciplinares	22	0,91	0,83	1,10
Biofísica	21	0,77	0,72	1,06
CC. Materiales, Mat. Comp.	20	0,81	0,58	1,40
Meteor. y CC. Atmos.	19	0,93	0,71	1,30
Rad. y Med. Nucl.	19	0,89	0,64	1,38
Geociencias, Multidisciplinar	17	0,76	0,68	1,12
CC. Materiales, Carac. y Ensay.	16	0,51	0,48	1,05
Farmacología y Farmacia	16	0,59	0,62	0,94
Recursos Hídricos	16	0,80	0,70	1,15
Energía y Combustibles	14	0,84	0,75	1,13
Mecánica	14	0,82	0,71	1,16



Temas	Tot. Docs.	PN (Área)	PN (Esp)	PNR (Área vs Esp)
Agricultura, Suelo	13	0,79	0,64	1,22
Inform., Aplicac. Interdisc.	11	0,69	0,63	1,11
Biométodos	10	0,66	0,72	0,91
Microbiología	10	0,76	0,71	1,07
Matemáticas Aplicadas	9	0,73	0,55	1,31
Minería	9	0,77	0,79	0,98
Neurociencias	8	0,69	0,66	1,04
Ingeniería de Fabricación	7	0,42	0,53	0,79
Matem., Aplicac. Interdisc.	6	0,67	0,61	1,09
Microscopía	6	0,41	0,60	0,68
Química Médica	6	0,62	0,62	0,99
Fis., Part. y Campos	5	0,86	0,73	1,19
Ingeniería Industrial	5	0,34	0,50	0,67
Odontología y Estomatología	5	0,96	0,70	1,38
Termodinámica	5	0,83	0,73	1,14
CC. y Tec. de los Alim.	4	0,92	0,75	1,22
Educac., Disc. Cient.	4	0,49	0,49	1,01
Geoquímica y Geofísica	4	0,71	0,68	1,03
Salud Púb., Mediamb. y Lab.	4	0,77	0,68	1,13
Agricultura, Multidisciplinar	3	0,81	0,92	0,88
Botánica	3	0,92	0,67	1,37
Endocrinología y Metabolismo	3	0,85	0,70	1,21
Enferm. Vascul. Perif.	3	0,97	0,81	1,19
Genética y Herencia	3	0,58	0,69	0,84
Hematología	3	0,96	0,78	1,23
Informát., Ing. del Soft.	3	0,33	0,53	0,62
Matemáticas	3	0,62	0,49	1,26
Neurología Clínica	3	0,85	0,50	1,70
Astronomía y Astrofísica	2	0,65	0,69	0,94
Biología Celular	2	0,68	0,70	0,97
CC. Materiales, Textiles	2	0,70	0,56	1,26
Coraz. y Sist. Cardiovas.	2	0,98	0,67	1,45
Horticultura	2	0,88	0,72	1,21
Obstetricia y Ginecología	2	0,69	0,74	0,93
Oftalmología	2	0,93	0,76	1,23
Psiquiatría	2	0,06	0,62	0,10
Zoología	2	0,79	0,63	1,26
Agronomía	1	0,88	0,70	1,25
Anatomía y Morfología	1	0,63	0,60	1,03
Arqueología	1	0,55	0,61	0,92
Arte	1	0,55	0,33	1,67
Biblio. y Doc.	1	0,82	0,65	1,26
Biodiversidad	1	0,91	0,67	1,36
Biología	1	0,63	0,72	0,87
Biología de la Evolución	1	0,59	0,77	0,76
Cirugía	1	0,43	0,60	0,71
Ecología	1	0,91	0,72	1,26
Enfermedades Infecciosas	1	0,61	0,68	0,90
Humanidades, Multidisciplinar	1		0,46	0
Informática, Cibernética	1	0,87	0,50	1,74

Temas	Tot. Docs.	PN (Área)	PN (Esp)	PNR (Área vs Esp)
Informática, Hardware	1	0,49	0,54	0,91
Ingeniería Geológica	1	0,18	0,59	0,30
Inmunología	1	0,44	0,71	0,61
Medicina Tropical	1	0,83	0,67	1,25
Neuroimagen	1	0,76	0,64	1,19
Servicios Médicos	1	0,98	0,69	1,42
Silvicultura	1	0	0,71	0

## RECURSOS NATURALES

Se presentan las principales *Subject Categories* de los documentos publicados por los investigadores del área de Recursos Naturales.

Tabla Anexo 3.9. Distribución de documentos por disciplinas JCR y por años:  
Recursos Naturales

Temas	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Tot. Docs.	Incr (%)	%Docs Area	%Docs España
Biol. Marina y de Aguas Cont.	91	102	104	110	115	129	114	124	127	114	89	1219	-2	19,98	31,31
Ecología	62	78	94	89	99	98	97	117	102	121	112	1069	81	17,52	34,90
Geociencias, Multidisciplinar	36	39	47	55	48	69	58	52	63	57	49	573	36	9,39	23,98
Zoología	42	51	57	46	43	49	61	67	43	57	48	564	14	9,24	22,93
Medio Ambiente	33	40	19	35	34	53	42	47	48	76	59	486	79	7,96	9,74
Oceanografía	29	27	29	36	48	51	29	39	74	43	35	440	21	7,21	44,94
Botánica	28	36	34	36	51	43	35	40	42	51	36	432	29	7,08	6,65
Geoquímica y Geofísica	30	25	26	30	41	36	39	22	32	39	33	353	10	5,78	26,84
Pesca	23	25	23	26	20	33	31	24	19	32	27	283	17	4,64	25,63
Biología de la Evolución	6	18	5	11	20	40	12	31	31	32	34	240	467	3,93	22,18
Ornitología	25	27	30	27	24	21	19	19	15	14	15	236	-40	3,87	43,22
Bioquím. y Biol. Mol.	22	16	20	11	16	18	19	17	30	32	28	229	27	3,75	1,62
Biodiversidad	10	11	13	11	13	8	14	29	18	25	20	172	100	2,82	36,75
Agricultura, Suelo	14	17	15	14	14	10	22	10	15	24	11	166	-21	2,72	13,75
Ciencias del Comportamiento	6	14	14	15	6	18	12	20	15	21	13	154	117	2,52	17,30
Geografía, Física	12	10	12	15	12	10	10	10	15	21	17	144	42	2,36	24,08
Genética y Herencia	8	13	5	4	14	20	7	17	12	21	22	143	175	2,34	2,61
Recursos Hídricos	7	10	6	14	12	8	13	21	13	14	18	136	157	2,23	8,54
Ciencias Multidisciplinares	15	13	14	15	13	13	7	16	6	7	8	127	-47	2,08	7,68
Geología	7	7	13	17	18	7	12	9	15	10	8	123	14	2,02	20,81
Microbiología	8	11	3	6	7	8	11	11	17	11	16	109	100	1,79	1,54
Mineralogía	5	6	9	6	9	14	8	10	12	11	11	101	120	1,66	16,53
Paleontología	6	6	9	6	6	12	8	8	6	19	9	95	50	1,56	16,21
Biotec. y Microbiol. Aplic.	6	9	5	5	5	8	11	8	14	10	11	92	83	1,51	1,71
Limnología	9	6	6	7	7	8	9	5	15	8	8	88	-11	1,44	28,48
Silvicultura	1	2	11	9	9	9	6	13	3	12	13	88	1200	1,44	12,22
Meteor. y CC. Atmos.	3	4	7	4	7	5	5	14	10	13	15	87	400	1,43	7,91
Biología	9	4	15	5	13	5	10	6	6	7	6	86	-33	1,41	6,17
Química Analítica	6	5	8	5	9	3	7	12	8	7	6	76	0	1,25	0,81
Fisiología	7	3	6	4	8	6	7	4	7	11	4	67	-43	1,10	2,55
Veterinaria	7	7	5	6	5	10	7	6	5	6	3	67	-57	1,10	2,64
Toxicología	3	5	5	4	4	7	8	7	6	10	7	66	133	1,08	3,68
Ingeniería Química	2	2	3	4	2	4	7	7	18	3	9	61	350	1	1,41
Entomología	7	5	6	7	4	6	9	4	5	6	1	60	-86	0,98	7,08

Temas	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Tot. Docs.	Incr (%)	%Docs Area	%Docs España
Ingeniería Medioambiental	3	5		8	3	5	7	6	3	8	11	59	267	0,97	4,46
Antropología		3	1	5	3	13		15	7	4	7	58		0,95	14,36
Micología	2	2	2	7	7	7	9	5	7	5	5	58	150	0,95	5,79
Biología Celular	2	2	8	7	6	4	7	9	2	3	4	54	100	0,88	0,94
Energía y Combustibles	1	3	8	7	2	8	6	5	5	2	3	50	200	0,82	3,55
Endocrinología y Metabolismo	4	2	5	2	3	2	5	5	2	10	7	47	75	0,77	1,04
Agronomía	2	3	4	3	6	5	3	4	4	8	2	44	0	0,72	2,63
CC. Materiales, Mutidis.		4	2	4	5	4	2	8	4	5	5	43		0,70	0,56
Biométodos	5	4	3	2	3	2	1	4	8	5	5	42	0	0,69	1,14
Cristalografía	1	1	5	5		8	1	7	6	2	5	41	400	0,67	2,42
Parasitología	1	3	4	3	3	4	5	4	5	2	7	41	600	0,67	4,17
Química, Multidisciplinar	1	1	7	1	4	3	4		9	4	3	37	200	0,61	0,60
Control Remoto	5	3	2	4	2		2	3	3	4	5	33	0	0,54	11,04
Reproducción		3	6	6	2	2	4	6		2	2	33		0,54	2,24
Química Física	2	5	1	5	4	2	4	1	3	1	3	31	50	0,51	0,29
Inmunología	1		3	2	3	5	4	1	3	4	2	28	100	0,46	0,38
Química Aplicada	3		3	4	2	1	2	2	1	3	3	24	0	0,39	0,56
CC. de la Imag. y Tec. Fotog.	4	3	2	4			2	1	2	3	2	23	-50	0,38	9,47
Ingeniería Civil	2	2	1	2	2	1	1	5	1	2	4	23	100	0,38	3,62
Astronomía y Astrofísica	3	3	2	3	1	1	2		3	4		22	-100	0,36	0,40
Biofísica	1	2	2		1	2		2	6	2	4	22	300	0,36	0,71
CC. y Tec. de los Alim.	2	2	2	3	1	1	2	1	3	2	3	22	50	0,36	0,34
Inform., Aplicac. Interdisc.	2	1	2	2	3	2		2	3	1	3	21	50	0,34	1,20
Tecnología de la Construcción		2			4	1	2	3	4	1	4	21		0,34	4,32
Energía Nuclear			2	2		4	2	3	2	2	3	20		0,33	1,21
Espectroscopía			1	1		3	1	2	2	4	3	17		0,28	0,83
Física, Estado Sólido	2	1	2	1	1	3		1	3	1	2	17	0	0,28	0,26
Farmacología y Farmacia	1	1	1	1	1	3	3	4			1	16	0	0,26	0,20
Física Aplicada			1	1	1		2	3	1	4	3	16		0,26	0,33
Agricultura, Multidisciplinar	1		2	1	2	1	2	1		3	2	15	100	0,25	0,78
CC. Materiales, Cerám.		1		1	1	1	3			4	4	15		0,25	0,95
Neurociencias						2	5	2	3	1	2	15		0,25	0,17
Salud Púb., Mediamb. y Lab.	1			1	2	4	1	1	1	2	2	15	100	0,25	0,71
Física, Multidisciplinar				1	1	3	1	2	2	2	2	14		0,23	0,25
Ingeniería Agrícola		1	4	2	1	2	1		1	1	1	14		0,23	3,48
Ing. Eléctrica y Electón.			1		2	1		3	2		5	14		0,23	0,26
Anatomía y Morfología	1	1		1			1	3	1	2	1	11	0	0,18	1,37
Patología			1		3	1	1	2	1	1	1	11		0,18	0,38
Agricultura y Ganadería	2					1	2	1	1	2	1	10	-50	0,16	0,83
Arqueología	1				1	1		2	2	2	1	10	0	0,16	5,71

Temas	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Tot. Docs.	Incr (%)	%Docs Area	%Docs España
Biología del Desarrollo	2		2	4				2				10	-100	0,16	1
Instrumentación	1			1		1		3	1	1	2	10	100	0,16	0,54
Minería	1	1	2	1	4				1			10	-100	0,16	3,92
Metal. e Ing. Metalúrg.		2	3		2	2						9		0,15	0,52
Psicología Multidisciplinar			2	3			1		2		1	9		0,15	0,48
Química Médica	1		1	1	2	1	1	2				9	-100	0,15	0,50
Fís. Atóm., Mol. y Quím.				1		3		2	1		1	8		0,13	0,18
Ingeniería Geológica	1			1			2	2	1		1	8	0	0,13	5,76
Microscopía	1		1		1			1		2	2	8	100	0,13	2,64
Química Orgánica	1	1				1	2	1	1		1	8	0	0,13	0,10
Ingeniería Oceánica	1						1	1	1	2	1	7	0	0,11	6,93
Mecánica					2				2	3		7		0,11	0,48
Física, Fluidos y Plasma					1				2	3		6		0,10	0,37
Quím. Inorg. y Nucl.					1		1		2	1	1	6		0,10	0,11
Rad. y Med. Nucl.			1			3			1	1		6		0,10	0,25
Psicología Biológica	1	1			1					1	1	5	0	0,08	0,85
Sist. de Automat. y Contr.				1				1	2		1	5		0,08	0,78
Física Matemática					1	1		1	1			4		0,07	0,14
Física Nuclear				1		1		2				4		0,07	0,18
Horticultura		2	1			1						4		0,07	0,36
Humanidades, Multidisciplinar			1	1	1	1						4		0,07	0,36
Nutrición y Dietética	1	1		1							1	4	0	0,07	0,20
Óptica							2	1	1			4		0,07	0,11
CC. Materiales, Revest. y Pelícu.					1			1		1		3		0,05	0,40
CC. Soc. Interdic.										2	1	3		0,05	2,29
Gastroenterología y Hepatología									1		2	3		0,05	0,05
Hematología			1						1	1		3		0,05	0,06
Informát., Ing. del Soft.			1						1		1	3		0,05	0,35
Informática, Inteligencia Artificial						1			1	1		3		0,05	0,11
Ingeniería del Petróleo			1			1	1					3		0,05	5,26
Ingeniería Mecánica							1	1			1	3		0,05	0,34
Obstetricia y Ginecología					1		2					3		0,05	0,18
Psicología			1	1							1	3		0,05	0,42
Virología	1	1	1									3	-100	0,05	0,17
Educac., Disc. Cient.					1	1						2		0,03	0,44
Estudios Medioambientales									1		1	2		0,03	0,56
Fís., Part. y Campos									1		1	2		0,03	0,06
Geografía	1			1								2	-100	0,03	1,77
Geriatría	2											2	-100	0,03	0,40
Ingeniería de Fabricación										1	1	2		0,03	0,66

Temas	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Tot. Docs.	Incr (%)	%Docs Area	%Docs España
Ingeniería Industrial										1	1	2		0,03	0,59
Ingeniería, Multidisciplinar					1				1			2		0,03	0,27
Inv. Operat. y CC. de la Admon.				1		1						2		0,03	0,20
Odontología y Estomatología										1	1	2		0,03	0,20
Oncología									1	1		2		0,03	0,04
Sociología									1		1	2		0,03	1,27
Telecomunicaciones	1									1		2	-100	0,03	0,33
Termodinámica					1		1					2		0,03	0,24
Trasplantes									1	1		2		0,03	0,08
Andrología								1				1		0,02	1,12
Anestesiología							1					1		0,02	0,15
Arte	1											1	-100	0,02	0,38
Biblio. y Doc.					1							1		0,02	0,42
CC. Materiales, Carac. y Ensay.										1		1		0,02	0,71
Economía										1		1		0,02	0,05
Electroquímica								1				1		0,02	0,08
Enfermedades Infecciosas									1			1		0,02	0,03
Informática, Hardware									1			1		0,02	0,18
Matemáticas									1			1		0,02	0,02
Matemáticas Aplicadas											1	1		0,02	0,02
Matem., Aplicac. Interdisc.							1					1		0,02	0,11
Medicina Alternativa						1						1		0,02	1,27
Medicina Interna y General											1	1		0,02	0,01
Medicina Tropical					1							1		0,02	0,39
Neurología Clínica											1	1		0,02	0,01
Psicología del Desarrollo											1	1		0,02	0,80
Psicología Experimental				1								1		0,02	0,13
Psicología Social								1				1		0,02	0,39
Traumatología y Ortopedia								1				1		0,02	0,16

**Tabla Anexo 3.10. Citas por documento por disciplinas JCR: Recursos Naturales**

<b>Temas</b>	<b>Tot. Docs.</b>	<b>Tot Citas</b>	<b>Cit/Doc (Área)</b>	<b>Cit/Doc (Esp)</b>	<b>Citas Relativas (Área vs España)</b>
Biol. Marina y de Aguas Cont.	1219	11374	9,33	6,80	1,37
Ecología	1069	12972	12,13	8,92	1,36
Geociencias, Multidisciplinar	573	4500	7,85	5,50	1,43
Zoología	564	4430	7,85	6,74	1,17
Medio Ambiente	486	4057	8,35	6,90	1,21
Oceanografía	440	4765	10,83	8,22	1,32
Botánica	432	3628	8,40	7,52	1,12
Geoquímica y Geofísica	353	3193	9,05	7,25	1,25
Pesca	283	2636	9,31	6,43	1,45
Biología de la Evolución	240	2519	10,50	9,74	1,08
Ornitología	236	1542	6,53	4,76	1,37
Bioquím. y Biol. Mol.	229	2883	12,59	13,04	0,97
Biodiversidad	172	1380	8,02	6,31	1,27
Agricultura, Suelo	166	1195	7,20	5,30	1,36
Ciencias del Comportamiento	154	1586	10,30	7,85	1,31
Geografía, Física	144	1132	7,86	5,62	1,40
Genética y Herencia	143	2082	14,56	11,41	1,28
Recursos Hídricos	136	814	5,99	4,98	1,20
Ciencias Multidisciplinares	127	2454	19,32	32,34	0,60
Geología	123	1092	8,88	6,28	1,41
Microbiología	109	2108	19,34	9,81	1,97
Mineralogía	101	581	5,75	5,59	1,03
Paleontología	95	424	4,46	4,79	0,93
Biotec. y Microbiol. Aplic.	92	1361	14,79	8,44	1,75
Limnología	88	1280	14,55	7,77	1,87
Silvicultura	88	591	6,72	5,64	1,19
Meteor. y CC. Atmos.	87	940	10,80	6,22	1,74
Biología	86	1418	16,49	7,27	2,27
Química Analítica	76	495	6,51	8,28	0,79
Fisiología	67	637	9,51	7,17	1,33
Veterinaria	67	452	6,75	5,04	1,34
Toxicología	66	619	9,38	7,03	1,33
Ingeniería Química	61	471	7,72	6,74	1,15
Entomología	60	315	5,25	3,84	1,37
Ingeniería Medioambiental	59	481	8,15	7,81	1,04
Antropología	58	423	7,29	4,76	1,53
Micología	58	189	3,26	3,99	0,82
Biología Celular	54	572	10,59	13,57	0,78
Energía y Combustibles	50	588	11,76	5,39	2,18
Endocrinología y Metabolismo	47	693	14,74	8,39	1,76
Agronomía	44	346	7,86	5,29	1,49
CC. Materiales, Mutidis.	43	186	4,33	5,44	0,80
Biométodos	42	340	8,10	8,80	0,92
Cristalografía	41	385	9,39	4,53	2,07
Parasitología	41	198	4,83	5,03	0,96
Química, Multidisciplinar	37	190	5,14	9,42	0,55
Control Remoto	33	519	15,73	6,44	2,44
Reproducción	33	509	15,42	7,77	1,99

Temas	Tot. Docs.	Tot Citas	Cit/Doc (Área)	Cit/Doc (Esp)	Citas Relativas (Área vs España)
Química Física	31	166	5,35	8,61	0,62
Inmunología	28	204	7,29	9,36	0,78
Química Aplicada	24	118	4,92	6,59	0,75
CC. de la Imag. y Tec. Fotog.	23	350	15,22	6,58	2,31
Ingeniería Civil	23	173	7,52	3,13	2,40
Astronomía y Astrofísica	22	190	8,64	12,04	0,72
Biofísica	22	201	9,14	10,80	0,85
CC. y Tec. de los Alim.	22	126	5,73	6,31	0,91
Inform., Aplicac. Interdisc.	21	105	5	4,95	1,01
Tecnología de la Construcción	21	36	1,71	2,95	0,58
Energía Nuclear	20	87	4,35	4,15	1,05
Espectroscopía	17	90	5,29	7,42	0,71
Física, Estado Sólido	17	94	5,53	7,03	0,79
Farmacología y Farmacia	16	107	6,69	7,28	0,92
Física Aplicada	16	58	3,63	5,98	0,61
Agricultura, Multidisciplinar	15	97	6,47	7,81	0,83
CC. Materiales, Cerám.	15	54	3,60	2,93	1,23
Neurociencias	15	142	9,47	10,08	0,94
Salud Púb., Mediamb. y Lab.	15	34	2,27	7,84	0,29
Física, Multidisciplinar	14	67	4,79	11,07	0,43
Ingeniería Agrícola	14	88	6,29	5,39	1,17
Ing. Eléctrica y Electón.	14	113	8,07	3,35	2,41
Anatomía y Morfología	11	48	4,36	7,42	0,59
Patología	11	65	5,91	7,39	0,80
Agricultura y Ganadería	10	97	9,70	4,78	2,03
Arqueología	10	44	4,40	3,06	1,44
Biología del Desarrollo	10	104	10,40	14,93	0,70
Instrumentación	10	90	9	4,87	1,85
Minería	10	15	1,50	3,88	0,39
Metal. e Ing. Metalúrg.	9	41	4,56	4,20	1,09
Psicología Multidisciplinar	9	41	4,56	1,26	3,62
Química Médica	9	56	6,22	6,70	0,93
Fís. Atóm., Mol. y Quím.	8	28	3,50	9,01	0,39
Ingeniería Geológica	8	32	4	2,81	1,43
Microscopía	8	47	5,88	5,99	0,98
Química Orgánica	8	46	5,75	9,70	0,59
Ingeniería Oceánica	7	21	3	3,28	0,92
Mecánica	7	23	3,29	4,60	0,71
Física, Fluidos y Plasma	6	17	2,83	8,47	0,33
Quím. Inorg. y Nucl.	6	15	2,50	9,77	0,26
Rad. y Med. Nucl.	6	27	4,50	4,59	0,98
Psicología Biológica	5	19	3,80	3,64	1,04
Sist. de Automat. y Contr.	5	30	6	3,34	1,80
Física Matemática	4	12	3	6,81	0,44
Física Nuclear	4	11	2,75	9,87	0,28
Horticultura	4	31	7,75	6,06	1,28
Humanidades, Multidisciplinar	4	0	0	0,06	0
Nutrición y Dietética	4	62	15,50	6,27	2,47
Óptica	4	14	3,50	5,99	0,58
CC. Materiales, Revest. y	3	4	1,33	5,17	0,26



Temas	Tot. Docs.	Tot Citas	Cit/Doc (Área)	Cit/Doc (Esp)	Citas Relativas (Área vs España)
Pelícu.					
CC. Soc. Interdic.	3	0	0	1,62	0
Gastroenterología y Hepatología	3	1	0,33	6,15	0,05
Hematología	3	2	0,67	9,16	0,07
Informát., Ing. del Soft.	3	13	4,33	2,69	1,61
Informática, Inteligencia Artificial	3	0	0	2,41	0
Ingeniería del Petróleo	3	11	3,67	2,16	1,70
Ingeniería Mecánica	3	3	1	3,32	0,30
Obstetricia y Ginecología	3	22	7,33	6,51	1,13
Psicología	3	29	9,67	4,57	2,12
Virología	3	106	35,33	13,40	2,64
Educac., Disc. Cient.	2	15	7,50	1,69	4,44
Estudios Medioambientales	2	0	0	2,11	0
Fís., Part. y Campos	2	4	2	14,36	0,14
Geografía	2	17	8,50	2,26	3,77
Geriatría	2	6	3	5,99	0,50
Ingeniería de Fabricación	2	0	0	1,49	0
Ingeniería Industrial	2	0	0	1,79	0
Ingeniería, Multidisciplinar	2	3	1,50	3,65	0,41
Inv. Operat. y CC. de la Admon.	2	23	11,50	2,24	5,14
Odontología y Estomatología	2	0	0	2,93	0
Oncología	2	0	0	11,06	0
Sociología	2	0	0	1,97	0
Telecomunicaciones	2	68	34	2,28	14,88
Termodinámica	2	7	3,50	4,90	0,71
Trasplantes	2	0	0	5,49	0
Andrología	1	2	2	6,45	0,31
Anestesiología	1	0	0	4,05	0
Arte	1	1	1	0,19	5,22
Biblio. y Doc.	1	3	3	1,72	1,74
CC. Materiales, Carac. y Ensay.	1	1	1	1,86	0,54
Economía	1	2	2	3,31	0,60
Electroquímica	1	0	0	7,05	0
Enfermedades Infecciosas	1	3	3	8,07	0,37
Informática, Hardware	1	2	2	1,99	1,01
Matemáticas	1	0	0	2,51	0
Matemáticas Aplicadas	1	0	0	3,11	0
Matem., Aplicac. Interdisc.	1	0	0	6,58	0
Medicina Alternativa	1	3	3	5,10	0,59
Medicina Interna y General	1	2	2	5,94	0,34
Medicina Tropical	1	12	12	6,78	1,77
Neurología Clínica	1	0	0	5,05	0
Psicología del Desarrollo	1	0	0	3,85	0
Psicología Experimental	1	2	2	5,16	0,39
Psicología Social	1	0	0	5,70	0
Traumatología y Ortopedia	1	12	12	3,54	3,39

Tabla Anexo 3.11. Factor de Impacto medio por disciplinas JCR: Recursos Naturales

Temas	Tot. Docs.	Fi medio (Área)	Fi medio (Esp)	FIR (Área vs Esp)
Biol. Marina y de Aguas Cont.	1219	1,188	1,114	1,066
Ecología	1069	2,055	1,808	1,136
Geociencias, Multidisciplinar	573	1,254	1,181	1,061
Zoología	564	1,231	1,295	0,950
Medio Ambiente	486	1,434	1,308	1,096
Oceanografía	440	1,588	1,475	1,077
Botánica	432	1,460	1,618	0,903
Geoquímica y Geofísica	353	1,794	1,713	1,047
Pesca	283	1,055	1,060	0,996
Biología de la Evolución	240	2,918	2,766	1,055
Ornitología	236	0,855	0,809	1,057
Bioquím. y Biol. Mol.	229	2,336	3,877	0,602
Biodiversidad	172	1,640	1,501	1,093
Agricultura, Suelo	166	0,896	0,951	0,942
Ciencias del Comportamiento	154	1,909	2,057	0,928
Geografía, Física	144	1,378	1,328	1,038
Genética y Herencia	143	3,666	3,926	0,934
Recursos Hídricos	136	0,983	0,915	1,074
Ciencias Multidisciplinares	127	14,483	10,763	1,346
Geología	123	1,275	1,221	1,044
Microbiología	109	2,824	2,619	1,078
Mineralogía	101	1,187	1,108	1,071
Paleontología	95	1,106	1,025	1,079
Biotec. y Microbiol. Aplic.	92	1,968	1,935	1,017
Limnología	88	2,161	1,627	1,328
Silvicultura	88	1,182	1,162	1,017
Meteor. y CC. Atmos.	87	1,896	1,527	1,242
Biología	86	2,290	4,043	0,567
Química Analítica	76	1,793	1,924	0,932
Fisiología	67	1,268	2,323	0,546
Veterinaria	67	1,111	1,096	1,014
Toxicología	66	1,318	1,518	0,868
Ingeniería Química	61	0,965	1,164	0,829
Entomología	60	0,992	0,844	1,175
Ingeniería Medioambiental	59	1,847	1,700	1,087
Antropología	58	1,637	1,251	1,309
Micología	58	0,790	1,238	0,639
Biología Celular	54	2,185	4,468	0,489
Energía y Combustibles	50	0,761	0,854	0,891
Endocrinología y Metabolismo	47	2,191	3,444	0,636
Agronomía	44	0,843	1,001	0,842
CC. Materiales, Mutidis.	43	0,941	1,394	0,675
Biométodos	42	2,267	2,255	15
Cristalografía	41	1,639	1,130	1,450
Parasitología	41	1,188	1,316	0,903
Química, Multidisciplinar	37	1,306	2,684	0,487
Control Remoto	33	1,261	1,326	0,951
Reproducción	33	2,384	2,374	14

Temas	Tot. Docs.	Fi medio (Área)	Fi medio (Esp)	FIR (Área vs Esp)
Química Física	31	1,686	1,989	0,848
Inmunología	28	1,755	3,096	0,567
Química Aplicada	24	1,225	1,295	0,946
CC. de la Imag. y Tec. Fotog.	23	1,218	1,361	0,895
Ingeniería Civil	23	1,043	0,618	1,686
Astronomía y Astrofísica	22	2,793	2,835	0,985
Biofísica	22	2,417	2,996	0,807
CC. y Tec. de los Alim.	22	1,302	1,194	1,090
Inform., Aplicac. Interdisc.	21	0,582	1,037	0,562
Tecnología de la Construcción	21	0,364	0,461	0,788
Energía Nuclear	20	0,813	0,856	0,949
Espectroscopía	17	1,480	1,815	0,816
Física, Estado Sólido	17	2,062	1,751	1,178
Farmacología y Farmacia	16	1,447	2,058	0,703
Física Aplicada	16	2,111	1,733	1,218
Agricultura, Multidisciplinar	15	1,512	1,458	1,037
CC. Materiales, Cerám.	15	0,422	0,822	0,513
Neurociencias	15	2,764	2,987	0,925
Salud Púb., Mediamb. y Lab.	15	0,790	1,665	0,475
Física, Multidisciplinar	14	2,615	2,902	0,901
Ingeniería Agrícola	14	0,804	0,704	1,141
Ing. Eléctrica y Electón.	14	1,188	0,938	1,267
Anatomía y Morfología	11	1,321	1,594	0,829
Patología	11	1,615	2,466	0,655
Agricultura y Ganadería	10	0,940	0,976	0,963
Arqueología	10	0,916	0,788	1,163
Biología del Desarrollo	10	1,246	4,028	0,309
Instrumentación	10	1,087	1,106	0,983
Minería	10	0,317	0,863	0,367
Metal. e Ing. Metalúrg.	9	0,408	0,893	0,457
Psicología Multidisciplinar	9	0,775	0,631	1,229
Química Médica	9	1,434	1,841	0,779
Fís. Atóm., Mol. y Quím.	8	1,448	2,276	0,636
Ingeniería Geológica	8	0,389	0,500	0,778
Microscopía	8	1,506	1,541	0,977
Química Orgánica	8	2,526	2,453	1,029
Ingeniería Oceánica	7	1,068	0,680	1,572
Mecánica	7	1,133	0,939	1,207
Física, Fluidos y Plasma	6	1,584	2,032	0,780
Quím. Inorg. y Nucl.	6	1,093	2,127	0,514
Rad. y Med. Nucl.	6	0,591	1,804	0,327
Psicología Biológica	5	1,174	1,811	0,648
Sist. de Automat. y Contr.	5	0,992	0,809	1,225
Física Matemática	4	1,318	1,636	0,806
Física Nuclear	4	1,054	2,329	0,452
Horticultura	4	0,909	1,071	0,848
Humanidades, Multidisciplinar	4		0,328	0
Nutrición y Dietética	4	1,31	1,740	0,754
Óptica	4	1,06	1,633	0,647
CC. Materiales, Revest. y Pelícu.	3	1,64	1,365	1,204

Temas	Tot. Docs.	Fi medio (Área)	Fi medio (Esp)	FIR (Área vs Esp)
CC. Soc. Interdic.	3	0,18	0,442	0,400
Gastroenterología y Hepatología	3	9,74	4,403	2,212
Hematología	3	1,62	4,998	0,324
Informát., Ing. del Soft.	3	0,67	0,676	0,984
Informática, Inteligencia Artificial	3	0,44	0,648	0,686
Ingeniería del Petróleo	3	0,93	0,453	2,058
Ingeniería Mecánica	3	1,73	0,704	2,461
Obstetricia y Ginecología	3	1,89	2,048	0,922
Psicología	3	1,49	1,840	0,807
Virología	3	1,62	4,098	0,395
Educac., Disc. Cient.	2	0,56	0,472	1,176
Estudios Medioambientales	2	0,88	0,713	1,228
Fís., Part. y Campos	2	1,26	3,249	0,387
Geografía	2	0,92	0,986	0,933
Geriatría	2	0,24	2,160	0,112
Ingeniería de Fabricación	2	0,51	0,451	1,141
Ingeniería Industrial	2	0,51	0,420	1,225
Ingeniería, Multidisciplinar	2	0,53	0,872	0,610
Inv. Operat. y CC. de la Admon.	2	0,35	0,511	0,690
Odontología y Estomatología	2	1,75	2,060	0,847
Oncología	2	2,28	3,182	0,715
Sociología	2	0,88	0,942	0,930
Telecomunicaciones	2	0,95	0,854	1,107
Termodinámica	2	0,60	0,891	0,673
Trasplantes	2	2,28	1,811	1,256
Andrología	1	1,62	1,629	0,992
Anestesiología	1	2,32	2,209	1,051
Arte	1			
Biblio. y Doc.	1	0,71	0,845	0,840
CC. Materiales, Carac. y Ensay.	1	0,44	0,382	1,145
Economía	1	0,15	0,654	0,236
Electroquímica	1	2,03	1,729	1,176
Enfermedades Infecciosas	1	1,65	2,902	0,570
Informática, Hardware	1	0,20	0,707	0,288
Matemáticas	1	0,47	0,415	1,135
Matemáticas Aplicadas	1	0,77	0,607	1,272
Matem., Aplicac. Interdisc.	1	1,03	1,221	0,845
Medicina Alternativa	1	0,69	0,836	0,822
Medicina Interna y General	1	1,01	2,424	0,415
Medicina Tropical	1	2,07	1,305	1,585
Neurología Clínica	1	3,09	1,879	1,646
Psicología del Desarrollo	1	0,76	1,303	0,586
Psicología Experimental	1	0,27	1,607	0,169
Psicología Social	1	0,26	0,999	0,259
Traumatología y Ortopedia	1	1,27	0,907	1,394

**Tabla Anexo 3.12. Posición Normalizada media por disciplinas JCR:  
Recursos Naturales**

<b>Temas</b>	<b>Tot. Docs.</b>	<b>PN (Área)</b>	<b>PN (Esp)</b>	<b>PNR (Área vs Esp)</b>
Biol. Marina y de Aguas Cont.	1219	0,62	0,58	1,06
Ecología	1069	0,78	0,72	1,08
Geociencias, Multidisciplinar	573	0,68	0,68	1,01
Zoología	564	0,66	0,63	1,05
Medio Ambiente	486	0,68	0,68	1
Oceanografía	440	0,72	0,68	1,05
Botánica	432	0,66	0,67	0,98
Geoquímica y Geofísica	353	0,71	0,68	1,04
Pesca	283	0,66	0,65	1,02
Biología de la Evolución	240	0,77	0,77	1
Ornitología	236	0,56	0,53	1,05
Bioquím. y Biol. Mol.	229	0,73	0,72	1,01
Biodiversidad	172	0,69	0,67	1,04
Agricultura, Suelo	166	0,62	0,64	0,96
Ciencias del Comportamiento	154	0,87	0,76	1,15
Geografía, Física	144	0,74	0,73	1,01
Genética y Herencia	143	0,75	0,69	1,09
Recursos Hídricos	136	0,71	0,70	1,02
Ciencias Multidisciplinares	127	0,76	0,83	0,91
Geología	123	0,71	0,67	1,06
Microbiología	109	0,76	0,71	1,07
Mineralogía	101	0,66	0,65	1,02
Paleontología	95	0,56	0,54	1,04
Biotec. y Microbiol. Aplic.	92	0,73	0,70	1,04
Limnología	88	0,82	0,75	1,09
Silvicultura	88	0,70	0,71	0,98
Meteor. y CC. Atmos.	87	0,80	0,71	1,13
Biología	86	0,73	0,72	1
Química Analítica	76	0,67	0,68	0,98
Fisiología	67	0,70	0,67	1,04
Veterinaria	67	0,78	0,74	1,05
Toxicología	66	0,66	0,65	1,01
Ingeniería Química	61	0,77	0,78	0,99
Entomología	60	0,66	0,60	1,10
Ingeniería Medioambiental	59	0,79	0,79	0,99
Antropología	58	0,81	0,72	1,13
Micología	58	0,40	0,54	0,74
Biología Celular	54	0,56	0,70	0,80
Energía y Combustibles	50	0,76	0,75	1,02
Endocrinología y Metabolismo	47	0,61	0,70	0,87
Agronomía	44	0,67	0,70	0,96
CC. Materiales, Mutidis.	43	0,65	0,75	0,88
Biométodos	42	0,79	0,72	1,10
Cristalografía	41	0,68	0,50	1,38
Parasitología	41	0,51	0,59	0,88
Química, Multidisciplinar	37	0,67	0,70	0,95
Control Remoto	33	0,78	0,78	1
Reproducción	33	0,72	0,82	0,88

Temas	Tot. Docs.	PN (Área)	PN (Esp)	PNR (Área vs Esp)
Química Física	31	0,59	0,68	0,87
Inmunología	28	0,88	0,71	1,23
Química Aplicada	24	0,71	0,78	0,91
CC. de la Imag. y Tec. Fotog.	23	0,76	0,76	0,99
Ingeniería Civil	23	0,90	0,70	1,29
Astronomía y Astrofísica	22	0,79	0,69	1,16
Biofísica	22	0,79	0,72	1,09
CC. y Tec. de los Alim.	22	0,83	0,75	1,10
Inform., Aplicac. Interdisc.	21	0,48	0,63	0,77
Tecnología de la Construcción	21	0,49	0,62	0,79
Energía Nuclear	20	0,73	0,71	1,03
Espectroscopía	17	0,64	0,70	0,92
Física, Estado Sólido	17	0,75	0,73	1,03
Farmacología y Farmacia	16	0,63	0,62	1,02
Física Aplicada	16	0,81	0,79	1,03
Agricultura, Multidisciplinar	15	0,94	0,92	1,01
CC. Materiales, Cerám.	15	0,44	0,65	0,68
Neurociencias	15	0,72	0,66	1,09
Salud Públ., Mediamb. y Lab.	15	0,58	0,68	0,86
Física, Multidisciplinar	14	0,62	0,72	0,87
Ingeniería Agrícola	14	0,78	0,68	1,15
Ing. Eléctrica y Electón.	14	0,76	0,66	1,15
Anatomía y Morfología	11	0,60	0,60	0,99
Patología	11	0,65	0,73	0,89
Agricultura y Ganadería	10	0,73	0,69	1,06
Arqueología	10	0,76	0,61	1,26
Biología del Desarrollo	10	0,44	0,67	0,66
Instrumentación	10	0,80	0,81	0,99
Minería	10	0,58	0,79	0,74
Metal. e Ing. Metalúrg.	9	0,64	0,69	0,92
Psicología Multidisciplinar	9	0,51	0,46	1,11
Química Médica	9	0,70	0,62	1,13
Fís. Atóm., Mol. y Quím.	8	0,78	0,74	1,06
Ingeniería Geológica	8	0,46	0,59	0,78
Microscopía	8	0,58	0,60	0,95
Química Orgánica	8	0,74	0,74	1
Ingeniería Oceánica	7	0,77	0,72	1,08
Mecánica	7	0,80	0,71	1,13
Física, Fluidos y Plasma	6	0,81	0,90	0,90
Quím. Inorg. y Nucl.	6	0,66	0,70	0,94
Rad. y Med. Nucl.	6	0,64	0,64	0,99
Psicología Biológica	5	0,62	0,56	1,10
Sist. de Automat. y Contr.	5	0,82	0,65	1,26
Física Matemática	4	0,74	0,80	0,92
Física Nuclear	4	0,85	0,70	1,20
Horticultura	4	0,84	0,72	1,16
Humanidades, Multidisciplinar	4			
Nutrición y Dietética	4	0,65	0,68	0,95
Óptica	4	0,61	0,73	0,84
CC. Materiales, Revest. y Pelícu.	3	0,78	0,72	1,08

Temas	Tot. Docs.	PN (Área)	PN (Esp)	PNR (Área vs Esp)
CC. Soc. Interdic.	3	0,25	0,49	0,50
Gastroenterología y Hepatología	3	0,91	0,67	1,37
Hematología	3	0,47	0,78	0,60
Informát., Ing. del Soft.	3	0,60	0,53	1,13
Informática, Inteligencia Artificial	3	0,32	0,42	0,77
Ingeniería del Petróleo	3	0,92	0,58	1,59
Ingeniería Mecánica	3	0,96	0,68	1,41
Obstetricia y Ginecología	3	0,54	0,74	0,73
Psicología	3	0,87	0,71	1,23
Virología	3	0,50	0,78	0,65
Educac., Disc. Cient.	2	0,60	0,49	1,24
Estudios Medioambientales	2	0,75	0,59	1,28
Fís., Part. y Campos	2	0,84	0,73	1,16
Geografía	2	0,65	0,62	1,05
Geriatría	2	0,18	0,68	0,27
Ingeniería de Fabricación	2	0,53	0,53	1,01
Ingeniería Industrial	2	0,53	0,50	1,07
Ingeniería, Multidisciplinar	2	0,75	0,71	1,05
Inv. Operat. y CC. de la Admon.	2	0,46	0,58	0,80
Odontología y Estomatología	2	0,58	0,70	0,84
Oncología	2	0,65	0,70	0,93
Sociología	2	0,75	0,59	1,27
Telecomunicaciones	2	0,75	0,68	1,11
Termodinámica	2	0,65	0,73	0,90
Trasplantes	2	0,65	0,60	1,08
Andrología	1	0,50	0,56	0,89
Anestesiología	1	0,87	0,73	1,19
Arte	1			
Biblio. y Doc.	1	0,80	0,65	1,22
CC. Materiales, Carac. y Ensay.	1	0,48	0,48	0,99
Economía	1	0,07	0,50	0,14
Electroquímica	1	0,87	0,74	1,17
Enfermedades Infecciosas	1	0,48	0,68	0,70
Informática, Hardware	1	0,19	0,54	0,35
Matemáticas	1	0,58	0,49	1,17
Matemáticas Aplicadas	1	0,71	0,55	1,29
Matem., Aplicac. Interdisc.	1	0,60	0,61	0,98
Medicina Alternativa	1	0,44	0,54	0,81
Medicina Interna y General	1	0,53	0,54	0,98
Medicina Tropical	1	0,92	0,67	1,37
Neurología Clínica	1	0,81	0,50	1,63
Psicología del Desarrollo	1	0,33	0,61	0,53
Psicología Experimental	1	0,11	0,62	0,17
Psicología Social	1	0,07	0,61	0,11
Traumatología y Ortopedia	1	0,81	0,53	1,52

## Anexo 4. Impacto de la colaboración según países colaboradores

Tabla Anexo 4.1. Países colaboradores en Biología y Biomedicina  
(>40 documentos)

Países	Zonas	N. Docs	Citas	Citas/Docs	FI medio	PN media
Estados Unidos	América del Norte	1443	55161	38,23	7,293	0,86
Reino Unido	Unión Europea	705	25868	36,69	7,283	0,84
Alemania	Unión Europea	650	22020	33,88	6,391	0,83
Francia	Unión Europea	466	14103	30,26	6,007	0,81
Italia	Unión Europea	265	7456	28,14	5,886	0,82
Suiza	Otros países europeos	189	6680	35,34	6,497	0,81
Holanda	Unión Europea	185	5830	31,51	6,322	0,82
Suecia	Unión Europea	162	2772	17,11	5,738	0,81
Bélgica	Unión Europea	141	4375	31,03	6,230	0,80
Canadá	América del Norte	130	7165	55,12	7,614	0,86
Brasil	Latinoamérica	101	826	8,18	3,182	0,67
Japón	Otros países	100	5140	51,40	6,624	0,83
Argentina	Latinoamérica	98	1049	10,70	2,923	0,68
Portugal	Unión Europea	91	1314	14,44	4,498	0,75
Austria	Unión Europea	91	1098	12,07	4,872	0,79
Finlandia	Unión Europea	66	1049	15,89	6,055	0,79
Rusia	Otros países	66	967	14,65	4,250	0,74
Grecia	Unión Europea	66	1128	17,09	5,982	0,79
Polonia	Otros países europeos	62	620	10	4,350	0,75
República Checa	Otros países europeos	60	532	8,87	3,446	0,73
Chile	Latinoamérica	58	579	9,98	3,518	0,74
Noruega	Otros países europeos	51	443	8,69	4,717	0,77
Cuba	Latinoamérica	49	540	11,02	2,653	0,73
Dinamarca	Unión Europea	46	1502	32,65	6,641	0,84
México	Latinoamérica	41	511	12,46	3,698	0,70



**Tabla Anexo 4.2. Países colaboradores en Ciencia de Materiales  
(>40 documentos)**

<b>Países</b>	<b>Zonas</b>	<b>N. Docs</b>	<b>Citas</b>	<b>Citas/Docs</b>	<b>FI medio</b>	<b>PN media</b>
Francia	Unión Europea	1257	13435	10,69	2,218	0,76
Estados Unidos	América del Norte	602	8680	14,42	2,725	0,81
Alemania	Unión Europea	582	5668	9,74	2,256	0,76
Reino Unido	Unión Europea	499	6017	12,06	2,070	0,73
Italia	Unión Europea	287	2555	8,90	2,121	0,74
Rusia	Otros países	200	1421	7,11	1,892	0,73
Argentina	Latinoamérica	199	1485	7,46	1,936	0,71
México	Latinoamérica	169	1249	7,39	1,623	0,69
Brasil	Latinoamérica	144	1116	7,75	1,648	0,74
Japón	Otros países	136	1108	8,15	1,937	0,72
Portugal	Unión Europea	136	905	6,65	1,662	0,70
Suiza	Otros países europeos	122	1205	9,88	1,712	0,76
Bélgica	Unión Europea	113	1034	9,15	2,428	0,77
Finlandia	Unión Europea	108	806	7,46	2,346	0,70
Austria	Unión Europea	89	468	5,26	3,404	0,81
Holanda	Unión Europea	88	742	8,43	2,486	0,77
Polonia	Otros países europeos	84	551	6,56	1,711	0,69
Cuba	Latinoamérica	83	425	5,12	0,933	0,56
República Checa	Otros países europeos	76	779	10,25	1,796	0,71
Chile	Latinoamérica	75	334	4,45	1,309	0,63
Bulgaria	Otros países europeos	61	369	6,05	1,682	0,70
Canadá	América del Norte	58	1430	24,66	4,465	0,86
Dinamarca	Unión Europea	44	581	13,20	2,080	0,75
Venezuela	Latinoamérica	42	320	7,62	1,643	0,72
Colombia	Latinoamérica	42	172	4,10	1,150	0,61

Tabla Anexo 4.3. Países colaboradores en Recursos Naturales  
(>40 documentos)

Países	Zonas	N. Docs	Citas	Citas/Docs	FI medio	PN media
Estados Unidos	América del Norte	552	8097	14,67	2,764	0,74
Reino Unido	Unión Europea	528	6904	13,08	2,148	0,73
Francia	Unión Europea	471	4955	10,52	1,915	0,67
Alemania	Unión Europea	235	3306	14,07	2,957	0,72
Italia	Unión Europea	182	1962	10,78	2,009	0,66
Holanda	Unión Europea	152	1433	9,43	2,529	0,74
Canadá	América del Norte	141	2227	15,79	2,597	0,73
Dinamarca	Unión Europea	113	1918	16,97	2,294	0,79
Portugal	Unión Europea	100	632	6,32	1,280	0,58
México	Latinoamérica	92	691	7,51	1,528	0,68
Suecia	Unión Europea	82	1147	13,99	2,622	0,72
Argentina	Latinoamérica	77	376	4,88	1,271	0,58
Bélgica	Unión Europea	70	828	11,83	2,224	0,73
Suiza	Otros países europeos	60	419	6,98	2,345	0,76
Rusia	Otros países	47	483	10,28	2,870	0,59
Noruega	Otros países europeos	46	603	13,11	2,799	0,78
Australia	Otros países	45	513	11,40	3,124	0,77
Grecia	Unión Europea	42	409	9,74	1,424	0,62

## Anexo 5. Actividad científica de los investigadores a nivel individual

Tabla Anexo 5.1. Edad y Años en el CSIC por Categoría Profesional y área

Área	Categoría Profesional		Edad en 2004	Años en el CSIC en 2004
Recursos Naturales	Científico Titular (206)	Media±DT	46,91±7,66	13,19±8,58
		Mediana	45	12
	Investigador Científico (84)	Media±DT	52,68±7,74	19,63±9,42
		Mediana	53	18
	Profesor de Investigación (59)	Media±DT	54,85±6,84	22,56±10,85
		Mediana	55	18
Biología y Biomedicina	Científico Titular (188)	Media±DT	45,98±6,57	12±8,7
		Mediana	45	11
	Investigador Científico (105)	Media±DT	51,19±7,93	17,7±9,09
		Mediana	50	16
	Profesor de Investigación (95)	Media±DT	55,25±7,01	23,42±8,88
		Mediana	55	23
Ciencia de Materiales	Científico Titular (164)	Media±DT	45,86±8,56	13,22±9,28
		Mediana	44	11
	Investigador Científico (80)	Media±DT	51,11±7,42	19,2±9,01
		Mediana	49	17
	Profesor de Investigación (83)	Media±DT	56±6,58	24,89±9,19
		Mediana	55	23
Total	Científico Titular (558)	Media±DT	46,29±7,6	12,8±8,83
		Mediana	45	11
	Investigador Científico (269)	Media±DT	51,63±7,72	18,75±9,18
		Mediana	51	17
	Profesor de Investigación (237)	Media±DT	55,41±6,81	23,72±9,51
		Mediana	55	23
	Total (1064)	Media±DT	49,67±8,36	16,74±10,11
		Mediana	49	16

**Tabla Anexo 5.2. Caracterización bibliométrica de los investigadores según Categoría Profesional y área**

Categoría Profesional		N.Docs.	Citas	Índice h	%HCP	Citas por Documento	CPP/FCSm	Factor de Impacto	PN media	JCSm/FCSm
<b>Recursos Naturales</b>										
Científico Titular (206)	Media±DT	19,46±14,82	187,48±208,81	7,02±4,07	22,09±15,34	7,13±5,41	0,87±0,59	1,275±0,552	0,64±0,14	0,98±0,35
	Mediana	17	131	7	17,65	6,12	0,76	1,16	0,66	0,96
Investigador Científico (84)	Media±DT	24,62±16,56	229,6±206,87	8,29±4,2	21,72±15,37	6,68±4,25	0,83±0,49	1,198±0,53	0,62±0,14	0,97±0,38
	Mediana	24	174,50	8	18,02	6,06	0,81	1,15	0,65	0,95
Profesor de Investigación (59)	Media±DT	39,97±28,73	447,38±453,4	11,09±5,15	24,88±14,22	8,83±4,92	1,03±0,42	1,369±0,513	0,68±0,11	1,09±0,36
	Mediana	34	351	11	22,54	8,08	1	1,28	0,69	1,08
Total (349)	Media±DT	24,17±19,69	242,21±282,32	8,03±4,55	22,59±15,11	7,31±5,11	0,89±0,54	1,273±0,541	0,64±0,14	0,99±0,36
	Mediana	21	163	8	19,84	6,63	0,83	1,18	0,67	0,98
Sig. k muestras		0,000	0,000	0,000	N.S.	0,002	0,003	N.S.	0,023	0,027
<b>Biología y Biomedicina</b>										
Científico Titular (188)	Media±DT	21,28±14,32	500,38±539	9,94±4,84	28,31±17,39	21,32±19,78	1,27±1,01	4,967±2,537	0,8±0,12	1,47±0,63
	Mediana	18	339	9	25	16,45	1,03	4,46	0,83	1,35
Investigador Científico (105)	Media±DT	30,99±20,38	599,94±588,9	11,7±5,18	22,66±12,34	17,52±14,79	1,14±0,85	4,262±1,854	0,79±0,09	1,3±0,48
	Mediana	27	408	11	20	13,33	0,98	3,68	0,80	1,28
Profesor de Investigación (95)	Media±DT	48,76±29,44	906,43±679,39	15,63±6,06	21,38±12,34	16,24±10,17	1,03±0,61	4,453±1,856	0,81±0,06	1,35±0,42
	Mediana	42	780	16	18,28	14,14	0,95	4,14	0,82	1,35
Total (388)	Media±DT	30,64±23,33	627,4±610,89	11,82±5,73	24,97±15,21	19,03±16,66	1,17±0,89	4,645±2,223	0,8±0,1	1,39±0,55
	Mediana	25	466,50	11	21,37	14,21	0,97	4,12	0,82	1,34
Sig. k muestras		0,000	0,000	0,000	0,007	N.S.	N.S.	0,034	N.S.	N.S.
<b>Ciencia de Materiales</b>										
Científico Titular (164)	Media±DT	33,18±20,94	287,61±353,22	8,32±4,05	19,16±11,89	6,16±5,61	1,02±0,87	1,506±0,714	0,71±0,13	1,18±0,41
	Mediana	32	174	8	17,50	4,51	0,80	1,40	0,74	1,20
Investigador Científico (80)	Media±DT	47,79±31,03	421,76±474,21	10,34±4,9	20,76±11,07	6,26±4,52	1,05±0,79	1,618±0,798	0,72±0,09	1,23±0,38
	Mediana	42,50	289	10	21,74	4,95	0,87	1,46	0,73	1,24
Profesor de Investigación (83)	Media±DT	76,82±53,56	700,58±664,54	12,73±6,02	21,66±11,16	6,6±4,77	1,01±0,73	1,666±0,788	0,74±0,09	1,21±0,35
	Mediana	62	446	12	20,84	5,74	0,81	1,52	0,75	1,22
Total (327)	Media±DT	47,83±38,68	427,44±508,4	9,96±5,16	20,22±11,51	6,3±5,13	1,02±0,81	1,576±0,756	0,72±0,11	1,2±0,39
	Mediana	40	261	9	18,68	4,89	0,84	1,44	0,74	1,21
Sig. k muestras		0,000	0,000	0,000	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
<b>Total</b>										
Científico Titular (558)	Media±DT	24,11±17,69	324±411,55	8,4±4,51	23,3±15,56	11,74±14,23	1,05±0,85	2,62±2,325	0,72±0,15	1,2±0,52
	Mediana	21	189,50	8	19,44	7,28	0,83	1,64	0,74	1,12
Investigador Científico (269)	Media±DT	34±24,86	434,4±490,34	10,26±5	21,78±12,82	10,86±11,29	1,02±0,75	2,551±1,906	0,72±0,13	1,18±0,44
	Mediana	28	291,50	10	20	7,98	0,87	2,01	0,74	1,14
Profesor de Investigación (237)	Media±DT	56,4±42,22	721,39±648,79	13,5±6,1	22,38±12,5	11,07±8,63	1,02±0,61	2,724±1,932	0,75±0,1	1,24±0,39
	Mediana	47	510,50	13	20,51	8,97	0,93	2,16	0,77	1,23
Total (1064)	Media±DT	33,8±29,64	441,66±518,14	10,03±5,43	22,69±14,19	11,36±12,43	1,04±0,78	2,626±2,136	0,72±0,13	1,21±0,47
	Mediana	27	270	9	20	7,86	0,87	1,81	0,75	1,15
Sig. k muestras		0,000	0,000	0,000	N.S.	0,024	N.S.	N.S.	0,008	0,048

Se ofrece la media acompañada de la desviación típica así como la mediana de los valores. Los indicadores se presentan de acuerdo a las dimensiones obtenidas en la metodología. Entre paréntesis se indica el número de investigadores analizados en cada caso. También se incluye la significación *Kruskal-Wallis H* para *k* muestras independientes.

**Tabla Anexo 5.3. Caracterización bibliométrica de los investigadores según grupo de edad y área**

Grupo de Edad		N.Docs.	Citas	Índice h	%HCP	Citas por Documento	CPP/FCSm	Factor de Impacto	PN media	JCSm/FCSm
<b>Recursos Naturales</b>										
Joven (97)	Media±DT	29,57±16,75	318,61±265,06	9,88±4,07	23,41±13,84	8,87±5,55	1,05±0,51	1,505±0,569	0,71±0,1	1,13±0,32
	Mediana	24	217	9	21,05	7,82	0,95	1,363	0,73	1,08
Senior (163)	Media±DT	25,46±20,95	239,3±310,57	7,89±4,51	20,92±14,4	6,74±4,61	0,81±0,45	1,235±0,552	0,62±0,14	0,96±0,36
	Mediana	22	156,50	7	17,75	6,03	0,75	1,147	0,65	0,93
Veterano (89)	Media±DT	15,92±17,77	155,4±211,4	6±4,3	25,27±18,6	6,57±5,17	0,85±0,7	1,052±0,339	0,61±0,14	0,91±0,36
	Mediana	9	74,50	5	20,31	5,58	0,74	1,085	0,64	0,90
Total (349)	Media±DT	24,17±19,69	242,21±282,32	8,03±4,55	22,59±15,11	7,31±5,11	0,89±0,54	1,273±0,541	0,64±0,14	0,99±0,36
	Mediana	21	163	8	19,84	6,63	0,83	1,181	0,67	0,98
Sig. k muestras		0,000	0,000	0,000	N.S.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Biología y Biomedicina</b>										
Joven (88)	Media±DT	26,68±15,41	865,56±742,99	13,15±4,87	33,56±18,01	32,53±24,43	1,78±1,23	5,929±2,589	0,85±0,06	1,72±0,59
	Mediana	24	710,50	13	29,17	25,87	1,52	5,499	0,85	1,58
Sénior (217)	Media±DT	32,84±24,08	599,11±560,82	12,03±5,75	22,71±13,02	16,2±11,1	1,09±0,69	4,524±1,943	0,8±0,09	1,36±0,48
	Mediana	26	437	11	20	13,80	0,96	3,872	0,82	1,30
Veterano (83)	Media±DT	29,06±27,53	446,33±499,11	9,84±6,06	18,97±11,39	12,02±9,04	0,75±0,48	3,555±1,781	0,74±0,11	1,12±0,48
	Mediana	23	252,50	9	16,33	10,78	0,68	3,380	0,77	1,10
Total (388)	Media±DT	30,64±23,33	627,4±610,89	11,82±5,73	24,97±15,21	19,03±16,66	1,17±0,89	4,645±2,223	0,8±0,1	1,39±0,55
	Mediana	25	466,50	11	21,37	14,21	0,97	4,116	0,82	1,34
Sig. k muestras		N.S.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Ciencia de Materiales</b>										
Joven (91)	Media±DT	46,31±22,77	472,01±526,06	10,57±4,41	21,91±12,5	7,98±7	1,31±1,13	1,699±0,666	0,75±0,07	1,3±0,38
	Mediana	41	296	10	19,52	5,95	0,97	1,581	0,76	1,29
Sénior (152)	Media±DT	56,18±47,09	487,1±572,1	10,58±5,79	20,51±11,52	6,2±4,19	0,97±0,62	1,66±0,796	0,73±0,09	1,21±0,35
	Mediana	44,50	281,50	9	19,61	5,11	0,85	1,479	0,74	1,21
Veterano (84)	Media±DT	34,38±31,07	245,18±228,84	7,83±3,96	16,87±9,13	4,39±3,1	0,77±0,58	1,229±0,68	0,66±0,17	1,05±0,43
	Mediana	27,50	175,50	8	15,79	4,07	0,65	1,017	0,70	1,07
Total (327)	Media±DT	47,83±38,68	427,44±508,4	9,96±5,16	20,22±11,51	6,3±5,13	1,02±0,81	1,576±0,756	0,72±0,11	1,2±0,39
	Mediana	40	261	9	18,68	4,89	0,84	1,444	0,74	1,21
Sig. k muestras		0,000	0,001	0,002	N.S.	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001
<b>Total</b>										
Joven (276)	Media±DT	34,17±20,42	543,58±585,2	11,15±4,65	26,21±15,75	16,12±18,5	1,37±1,04	2,979±2,544	0,77±0,1	1,38±0,51
	Mediana	28,50	335	10	23,86	9,07	1,03	1,923	0,77	1,29
Sénior (532)	Media±DT	37,25±33,96	457,83±523,56	10,36±5,68	21,52±12,98	10,45±9,2	0,97±0,62	2,708±2,036	0,73±0,13	1,2±0,44
	Mediana	28	283	10	19,61	8	0,86	2,089	0,75	1,14
Veterano (256)	Media±DT	26,24±26,99	284,97±364,87	7,93±5,15	20,14±13,75	7,81±7,13	0,79±0,59	2±1,63	0,67±0,15	1,03±0,43
	Mediana	17	161	8	16,67	5,69	0,68	1,367	0,69	1,01
Total (1064)	Media±DT	33,8±29,64	441,66±518,14	10,03±5,43	22,69±14,19	11,36±12,43	1,04±0,78	2,626±2,136	0,72±0,13	1,21±0,47
	Mediana	27	270	9	20	7,86	0,87	1,810	0,75	1,15
Sig. k muestras		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Véanse notas para Tabla Anexo 5.2.

Tabla Anexo 5.4. Caracterización bibliométrica de los investigadores según  
Clase Científica y área

Clase		N.Docs.	Citas	Índice h	%HCP	Citas por Documento	CPP/FCSm	Median FI	PN media	JCSm/FCSm
<b>Recursos Naturales</b>										
Clase Top (66)	Media±DT	39,35±25,07	580,89±421,64	13,39±4,42	35,84±11,41	13,18±6,09	1,44±0,50	1,836±0,616	0,77±0,06	1,34±0,32
	Mediana	35	511,5	13	33,33	11,6	1,28	1,727	0,77	1,3
Clase Media (191)	Media±DT	26,12±15,95	210,71±144,91	8,12±2,88	18,26±11,89	7,04±3,16	0,91±0,44	1,257±0,375	0,66±0,09	1,01±0,27
	Mediana	24	174	8	16,47	6,48	0,83	1,18	0,67	0,99
Clase Baja (92)	Media±DT	9,24±10,12	38±42,01	3,14±2,02	17,83±24,43	3,12±3,13	0,41±0,30	0,787±0,31	0,49±0,15	0,66±0,28
	Mediana	6	21	3	7,18	2,63	0,37	0,756	0,5	0,67
Total (349)	Media±DT	24,17±19,69	242,21±282,32	8,03±4,55	22,59±15,11	7,31±5,11	0,89±0,54	1,273±0,541	0,64±0,14	0,99±0,36
	Mediana	21	163	8	19,84	6,63	0,83	1,181	0,67	0,98
Sig. k muestras		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Biología y Biomedicina</b>										
Clase Top (70)	Media±DT	31,24±19,77	1224,34±823,77	15,81±5,57	43±13,95	41,43±23,81	2,32±1,16	74±2,194	0,87±0,04	2,03±0,53
	Mediana	25	993,5	14	42,71	35,8	2,08	6,95	0,88	1,93
Clase Media (231)	Media±DT	35,14±24,59	620,44±464,82	12,59±5,04	21,58±11,21	16,93±8,55	1,09±0,52	4,541±1,848	0,82±0,06	1,4±0,39
	Mediana	29	482	12	19,35	14,8	0,99	4,136	0,82	1,36
Clase Baja (87)	Media±DT	18,2±17,56	154,69±195,58	6,38±3,26	9,37±4,92	6,31±3,46	0,45±0,30	2,88±1,224	0,69±0,13	0,86±0,32
	Mediana	15	115	6	8,01	5,85	0,38	2,76	0,7	0,82
Total (388)	Media±DT	30,64±23,33	627,4±610,89	11,82±5,73	24,97±15,21	19,03±16,66	1,17±0,89	4,645±2,223	0,8±0,1	1,39±0,55
	Mediana	25	466,5	11	21,37	14,21	0,97	4,116	0,82	1,34
Sig. k muestras		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Ciencia de Materiales</b>										
Clase Top (70)	Media±DT	72,1±44,5	1006,01±675,18	16±4,86	34,52±8,18	12,72±6,68	1,96±1,16	2,377±0,598	0,8±0,05	1,57±0,29
	Mediana	56,5	764,5	15	33,33	10,33	1,49	2,421	0,81	1,56
Clase Media (174)	Media±DT	51,26±35,72	336,01±304,08	9,6±3,31	17,82±7,59	5,32±2,29	0,87±0,37	1,461±0,551	0,73±0,07	1,18±0,29
	Mediana	43	277	9	16,77	4,8	0,80	1,407	0,73	1,18
Clase Baja (83)	Media±DT	20,17±16,93	81,11±66,09	4,66±2,01	7,55±4,67	2,37±1,33	0,48±0,29	1,037±0,711	0,63±0,16	0,88±0,37
	Mediana	17	74	5	6,67	2,3	0,44	0,881	0,63	0,82
Total (327)	Media±DT	47,83±38,68	427,44±508,4	9,96±5,16	20,22±11,51	6,3±5,13	1,02±0,82	1,576±0,756	0,72±0,11	1,2±0,39
	Mediana	40	261	9	18,68	4,89	0,84	1,444	0,74	1,21
Sig. k muestras		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Total</b>										
Clase Top (206)	Media±DT	47,72±36,27	944±713,31	15,1±5,1	37,82±11,98	22,62±20,01	1,92±1,06	3,776±2,702	0,81±0,07	1,65±0,49
	Mediana	37,5	716,5	14	36,36	14,56	1,56	2,711	0,81	1,57
Clase Media (596)	Media±DT	36,95±28,01	406,1±385,53	10,29±4,4	19,42±10,62	10,37±7,79	0,97±0,47	2,589±1,968	0,74±0,1	1,21±0,36
	Mediana	30	283	10	17,39	7,71	0,88	1,678	0,75	1,15
Clase Baja (262)	Media±DT	15,68±15,83	93±134,22	4,79±2,88	10,24±12,26	4,04±3,34	0,45±0,30	1,635±1,285	0,6±0,17	0,8±0,34
	Mediana	12	60,5	4	6,98	3,11	0,40	1,042	0,63	0,78
Total (1064)	Media±DT	33,8±29,64	441,66±518,14	10,03±5,43	22,69±14,19	11,36±12,43	1,04±0,78	2,626±2,136	0,72±0,13	1,21±0,47
	Mediana	27	270	9	20	7,86	0,87	1,81	0,75	1,15
Sig. k muestras		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Véanse notas para Tabla Anexo 5.2.

**Tabla Anexo 5.5. Significación estadística de la comparación entre áreas dentro de cada Clase Científica**

Clase	Área1	Área2	N. Docs.	Citas	Índice h	%HCP	Citas/ Doc	CPP/FCSm	Median FI	PN media	JCSm/FCSm
Clase Top	Recursos Naturales	Biología y Biomedicina	0,016	0,000	0,018	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Recursos Naturales	Ciencia de Materiales	0,000	0,000	0,002	N.S.	N.S.	0,011	0,000	0,002	0,000
	Biología y Biomedicina	Ciencia de Materiales	0,000	0,048	N.S.	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000
Clase Media	Recursos Naturales	Biología y Biomedicina	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Recursos Naturales	Ciencia de Materiales	0,000	0,000	0,000	N.S.	0,000	N.S.	0,000	0,000	0,000
	Biología y Biomedicina	Ciencia de Materiales	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Clase Baja	Recursos Naturales	Biología y Biomedicina	0,000	0,000	0,000	N.S.	0,000	N.S.	0,000	0,000	0,000
	Recursos Naturales	Ciencia de Materiales	0,000	0,000	0,000	N.S.	N.S.	0,043	N.S.	0,000	0,000
	Biología y Biomedicina	Ciencia de Materiales	N.S.	0,002	0,001	0,040	0,000	N.S.	0,000	0,003	N.S.

Nota: Test de la *U de Mann-Whitney* para las clases científicas entre áreas del CSIC. Se considera significativo  $p < 0,05$ .

Tabla Anexo 5.6. Distribución de los investigadores por Categoría Profesional y Clase Científica por áreas

Área	Clase Científica		Categoría Profesional			Total
			Científico Titular	Investigador Científico	Profesor de Investigación	
Recursos Naturales	Top	Total	30	15	21	66
		% Categoría Profesional	14,60%	17,90%	35,60%	18,90%
	Media	Total	114	45	32	191
		% Categoría Profesional	55,30%	53,60%	54,20%	54,70%
	Baja	Total	62	24	6	92
		% Categoría Profesional	30,10%	28,60%	10,20%	26,40%
	Total	Total	206	84	59	349
		% Categoría Profesional	100%	100%	100%	100%
Biología y Biomedicina	Top	Total	38	17	15	70
		% Categoría Profesional	20,20%	16,20%	15,80%	18%
	Media	Total	99	64	68	231
		% Categoría Profesional	52,70%	61%	71,60%	59,50%
	Baja	Total	51	24	12	87
		% Categoría Profesional	27,10%	22,90%	12,60%	22,40%
	Total	Total	188	105	95	388
		% Categoría Profesional	100%	100%	100%	100%
Ciencia de Materiales	Top	Total	28	20	22	70
		% Categoría Profesional	17,10%	25%	26,50%	21,40%
	Media	Total	84	42	48	174
		% Categoría Profesional	51,20%	52,50%	57,80%	53,20%
	Baja	Total	52	18	13	83
		% Categoría Profesional	31,70%	22,50%	15,70%	25,40%
	Total	Total	164	80	83	327
		% Categoría Profesional	100%	100%	100%	100%

Nota: Test de la *Chi cuadrado*,  $p < 0,05$ , significativo para Recursos Naturales y Biología y Biomedicina.



**Tabla Anexo 5.7. Edad, Años en el CSIC y Años en la misma categoría de los investigadores por Clase Científica y por áreas**

Área	Clase Científica	Valor	Edad en 2004	Años en el CSIC	Años en la misma categoría
Recursos Naturales	Top (66)	Media±DT	45,88±7,54	12,06±9,28	4,73±4,72
		Mediana	44	10,5	3,5
	Media (191)	Media±DT	48,35±7,64	15,28±9,45	8,76±7,58
		Mediana	47	15	6
	Baja (92)	Media±DT	55,02±7,36	21,57±9,38	16,51±8,31
		Mediana	55	18,5	16
	Total (349)	Media±DT	49,64±8,24	16,33±9,96	10,04±8,42
		Mediana	48	15	8
Biología y Biomedicina	Top (70)	Media±DT	44,64±6,87	9,39±8,03	3,97±5,47
		Mediana	43	7	2
	Media (231)	Media±DT	49,16±7,28	15,88±9,11	7,82±7,25
		Mediana	48	15	4
	Baja (87)	Media±DT	55,03±7,78	23,15±9,44	15,95±8,93
		Mediana	55	23	17
	Total (388)	Media±DT	49,66±8,04	16,34±10	8,95±8,4
		Mediana	48	15	5
Ciencia de Materiales	Top (70)	Media±DT	46,06±7,5	13,47±8,33	4,99±5,82
		Mediana	45	13,5	3
	Media (174)	Media±DT	49,23±8,82	17,26±9,94	9,47±8,2
		Mediana	48	16	7
	Baja (56)	Media±DT	53,83±8,55	21,96±11,29	15,75±10,41
		Mediana	56	18	15
	Total (327)	Media±DT	49,72±8,88	17,65±10,38	10,1±9,17
		Mediana	49	16	8
Total	Top (206)	Media±DT	45,52±7,3	11,63±8,68	4,56±5,36
		Mediana	44	10	3
	Media (596)	Media±DT	48,92±7,87	16,09±9,48	8,6±7,66
		Mediana	48	15	5
	Baja (262)	Media±DT	54,65±7,88	22,22±10,03	16,08±9,2
		Mediana	56	19,5	16
	Total (1064)	Media±DT	49,67±8,36	16,74±10,11	9,66±8,66
		Mediana	49	16	7

Tabla Anexo 5.8. Edad, Años en el CSIC y Años en la misma categoría de los investigadores por Clase Científica para cada Categoría Profesional y por áreas

Área	Categoría Profesional	Clase Científica		Edad en 2004	Años en el CSIC en 2004	Años mismas Categoría
Recursos Naturales	Científico Titular	Top (30)	Media±DT	41,1±3,87	7±3,66	4,73±3,35
			Mediana	40	6,5	4
		Media (114)	Media±DT	45,02±6,17	11,68±7,65	8,61±7,7
			Mediana	44	10	4,5
		Baja (62)	Media±DT	53,19±7,48	18,97±8,68	17,52±8,53
			Mediana	53	17	17
		Total (206)	Media±DT	46,91±7,66	13,19±8,58	10,73±8,81
			Mediana	45	12	8
	Investigador Científico	Top (15)	Media±DT	47±8,18	12±8,08	4,2±5,41
			Mediana	45	12	2
		Media (45)	Media±DT	51,47±6,65	18,33±7,53	8,78±7,88
			Mediana	51	17	7
		Baja (24)	Media±DT	58,5±5,62	26,83±8,76	14,92±7,91
			Mediana	59	29,5	15,5
		Total (84)	Media±DT	52,68±7,74	19,63±9,42	9,71±8,31
			Mediana	53	18	13
	Profesor de Investigación	Top (21)	Media±DT	51,9±6,55	19,33±10,98	5,1±5,94
			Mediana	51	16	3
		Media (32)	Media±DT	55,81±6,59	23,78±10,86	9,28±6,88
			Mediana	57	24	11,5
		Baja (6)	Media±DT	60±5,33	27,33±8,38	12,5±6,22
			Mediana	60,5	30	13,5
		Total (59)	Media±DT	54,85±6,84	22,56±10,85	8,12±6,85
			Mediana	55	18	6
	Total	Top (66)	Media±DT	45,88±7,54	12,06±9,28	4,73±4,72
			Mediana	44	10,5	3,5
		Media (191)	Media±DT	48,35±7,64	15,28±9,45	8,76±7,58
			Mediana	47	15	6
		Baja (92)	Media±DT	55,02±7,36	21,57±9,38	16,51±8,31
			Mediana	55	18,5	16
		Total (349)	Media±DT	49,64±8,24	16,33±9,96	10,04±8,42
			Mediana	48	15	8
Biología y Biomedicina	Científico Titular	Top (38)	Media±DT	41,08±3,78	4,68±3,81	3,24±3,04
			Mediana	41	4	3
		Media (99)	Media±DT	45,06±5,4	11±7,41	8,18±7
			Mediana	44	10	4
		Baja (51)	Media±DT	51,43±6,61	19,39±8,15	16,63±8,47
			Mediana	51	18	17
		Total (188)	Media±DT	45,98±6,57	12±8,7	9,47±8,33
			Mediana	45	11	5
	Investigador Científico	Top (17)	Media±DT	45,24±4,96	10,71±5,22	1,53±1,66
			Mediana	44	9	1
		Media (64)	Media±DT	49,94±6,89	16,23±7,36	6,69±7,61
			Mediana	48	15	2
		Baja (24)	Media±DT	58,75±6,84	26,54±9,1	16±10,82
			Mediana	57,5	25,5	15,5
		Total (105)	Media±DT	51,19±7,93	17,7±9,09	7,98±9,17

Área	Categoría Profesional	Clase Científica		Edad en 2004	Años en el CSIC en 2004	Años mismas Categoría
	Profesor de Investigación	Top (15)	Mediana	50	16	3
			Media±DT	53±7,56	19,8±8,38	8,6±9,38
		Media (68)	Mediana	49	16	4
			Media±DT	54,4±6,45	22,65±8,47	8,35±7,25
		Baja (12)	Mediana	54	19	9
			Media±DT	62,92±4,27	32,33±6,26	13±6,44
		Total (95)	Mediana	64	32,5	13,5
			Media±DT	55,25±7,01	23,42±8,88	8,98±7,6
		Total	Mediana	55	23	11
			Media±DT	44,64±6,87	9,39±8,03	3,97±5,47
			Mediana	43	7	2
			Media±DT	49,16±7,28	15,88±9,11	7,82±7,25
			Mediana	48	15	4
			Media±DT	55,03±7,78	23,15±9,44	15,95±8,93
			Mediana	55	23	17
			Media±DT	49,66±8,04	16,34±10	8,95±8,4
			Mediana	48	15	5
Ciencia de Materiales	Científico Titular	Top (28)	Media±DT	40,71±6,43	7,64±6,34	5,25±6,31
			Mediana	40	7	4
		Media (84)	Media±DT	44,39±7,31	11,99±7,61	9,9±7,92
			Mediana	42	11	8
		Baja (52)	Media±DT	51±8,96	18,21±10,7	15,87±11,23
			Mediana	49,5	16	15
		Total (164)	Media±DT	45,86±8,56	13,22±9,28	11±9,59
			Mediana	44	11	8
	Investigador Científico	Top (20)	Media±DT	47,65±6,52	15,25±6,02	4,55±5,22
			Mediana	45	14	3
		Media (42)	Media±DT	49,95±7,17	18,24±8,62	7,02±8,82
			Mediana	47	16	3,5
		Baja (18)	Media±DT	57,67±4,63	25,83±9,51	15,83±10,41
			Mediana	57,5	29,5	14
		Total (80)	Media±DT	51,11±7,42	19,2±9,01	8,39±9,36
			Mediana	49	17	4
	Profesor de Investigación	Top (22)	Media±DT	51,41±4,79	19,27±7,75	5,05±5,92
			Mediana	52	17	2
		Media (48)	Media±DT	57,06±6,48	25,65±8,61	10,85±7,82
			Mediana	56,5	25	12,5
		Baja (13)	Media±DT	59,85±5,67	31,62±8,5	15,15±7,14
			Mediana	61	37	15
		Total (83)	Media±DT	56±6,58	24,89±9,19	9,99±7,92
			Mediana	55	23	12
	Total	Top (70)	Media±DT	46,06±7,5	13,47±8,33	4,99±5,82
			Mediana	45	13,5	3
		Media (174)	Media±DT	49,23±8,82	17,26±9,94	9,47±8,2
			Mediana	48	16	7
		Baja (83)	Media±DT	53,83±8,55	21,96±11,29	15,75±10,41
			Mediana	56	18	15
		Total (327)	Media±DT	49,72±8,88	17,65±10,38	10,1±9,17
			Mediana	49	16	8

Área	Categoría Profesional	Clase Científica		Edad en 2004	Años en el CSIC en 2004	Años mismas Categoría
Total	Científico Titular	Top (96)	Media±DT	40,98±4,68	6,27±4,79	4,29±4,37
			Mediana	40	6	4
		Media (297)	Media±DT	44,86±6,27	11,54±7,54	8,84±7,55
			Mediana	44	10	6
		Baja (165)	Media±DT	51,96±7,75	18,86±9,17	16,72±9,42
			Mediana	51	17	16
		Total (558)	Media±DT	46,29±7,6	12,8±8,83	10,39±8,9
			Mediana	45	11	8
	Investigador Científico	Top (52)	Media±DT	46,67±6,56	12,83±6,63	3,46±4,57
			Mediana	45	12	2
		Media (151)	Media±DT	50,4±6,89	17,42±7,79	7,4±8,04
			Mediana	49	17	3
		Baja (66)	Media±DT	58,36±5,79	26,45±8,96	15,56±9,6
			Mediana	58	29	15
		Total (269)	Media±DT	51,63±7,72	18,75±9,18	8,64±8,96
			Mediana	51	17	4
	Profesor de Investigación	Top (58)	Media±DT	52±6,16	19,43±9,04	5,98±7,02
			Mediana	51	17	3
		Media (148)	Media±DT	55,57±6,55	23,86±9,11	9,36±7,4
			Mediana	55	23	11
		Baja (31)	Media±DT	61,06±5,15	31,06±7,65	13,81±6,59
			Mediana	62	32	14
		Total (237)	Media±DT	55,41±6,81	23,72±9,51	9,12±7,54
			Mediana	55	23	11
	Total	Top (206)	Media±DT	45,52±7,3	11,63±8,68	4,56±5,36
			Mediana	44	10	3
		Media (596)	Media±DT	48,92±7,87	16,09±9,48	8,6±7,66
			Mediana	48	15	5
		Baja (262)	Media±DT	54,65±7,88	22,22±10,03	16,08±9,2
			Mediana	56	19,5	16
		Total (1064)	Media±DT	49,67±8,36	16,74±10,11	9,66±8,66
			Mediana	49	16	7

Tabla Anexo 5.9. Significación estadística de la comparación entre Clases Científicas dentro de cada Categoría Profesional

Área	Categoría Profesional	Clase1	Clase2	Años en el CSIC en 2004	Edad en 2004	Años misma categoría
Recursos Naturales	Científico Titular	Top	Medio	0,001	0,000	N.S.
		Top	Bajo	0,000	0,000	0,000
		Medio	Bajo	0,000	0,000	0,000
	Investigador Científico	Top	Medio	0,003	0,034	0,038
		Top	Bajo	0,000	0,000	0,000
		Medio	Bajo	0,000	0,000	0,003
	Profesor de Investigación	Top	Medio	N.S.	0,043	0,034
		Top	Bajo	N.S.	0,014	0,032
		Medio	Bajo	N.S.	N.S.	N.S.
Biología y Biomedicina	Científico Titular	Top	Medio	0,000	0,000	0,000
		Top	Bajo	0,000	0,000	0,000
		Medio	Bajo	0,000	0,000	0,000
	Investigador Científico	Top	Medio	0,001	0,006	0,006
		Top	Bajo	0,000	0,000	0,000
		Medio	Bajo	0,000	0,000	0,000
	Profesor de Investigación	Top	Medio	N.S.	N.S.	N.S.
		Top	Bajo	0,001	0,002	N.S.
		Medio	Bajo	0,001	0,000	0,033
Ciencia de Materiales	Científico Titular	Top	Medio	0,002	0,009	0,002
		Top	Bajo	0,000	0,000	0,000
		Medio	Bajo	0,001	0,000	0,005
	Investigador Científico	Top	Medio	N.S.	N.S.	N.S.
		Top	Bajo	0,000	0,000	0,000
		Medio	Bajo	0,003	0,000	0,001
	Profesor de Investigación	Top	Medio	0,005	0,001	0,002
		Top	Bajo	0,000	0,000	0,000
		Medio	Bajo	0,033	N.S.	N.S.

Nota: Test de la *U* de Mann-Whitney (se considera significativo  $p < 0,05$ ).

Tabla Anexo 5.10. Indicadores de impacto y visibilidad de los documentos publicados por los investigadores antes y después de obtener la plaza en el CSIC por áreas

Área	Antes/Después		Citas (V3)	Factor de Impacto	Posición Normalizada
Biología y Biomedicina	Antes CSIC (1712)	Media±DT	14,14±24,34	6,98±6,5	0,85±0,18
		Mediana	7	5,26	0,91
	Después CSIC (1119)	Media±DT	11,09±16,02	6,26±4,95	0,83±0,19
		Mediana	7	5,26	0,89
	Total (2831)	Media±DT	13,2±22,15	6,7±5,95	0,84±0,18
		Mediana	7	5,26	0,9
Ciencia de Materiales	Antes CSIC (1419)	Media±DT	5,08±9,96	2,02±2,1	0,77±0,21
		Mediana	2	1,49	0,83
	Después CSIC (1927)	Media±DT	3,96±7,27	2,03±1,72	0,75±0,21
		Mediana	2	1,57	0,81
	Total (3346)	Media±DT	4,53±8,75	2,03±1,89	0,75±0,21
		Mediana	2	1,54	0,83
Recursos Naturales	Antes CSIC (1328)	Media±DT	3,6±4,48	1,84±2,75	0,68±0,25
		Mediana	2	1,29	0,74
	Después CSIC (1557)	Media±DT	4,24±5,83	2,09±3,14	0,71±0,23
		Mediana	2	1,47	0,77
	Total (2885)	Media±DT	3,89±5,15	1,97±2,97	0,7±0,24
		Mediana	2	1,35	0,76
Total	Antes CSIC (4459)	Media±DT	8,13±16,98	3,89±5,11	0,77±0,22
		Mediana	3	2,19	0,85
	Después CSIC (4603)	Media±DT	5,72±10,14	3,09±3,72	0,76±0,22
		Mediana	3	1,94	0,84
	Total (9062)	Media±DT	7,11±14,53	3,48±4,47	0,76±0,22
		Mediana	3	2,06	0,85

En la Tabla Anexo 5.10 se presentan los valores generales de impacto y visibilidad para los documentos de los investigadores que han obtenido la plaza permanente en el CSIC durante el periodo de análisis. Debe tenerse en cuenta que hay documentos duplicados entre las áreas y los grupos Antes-Después, dado que un mismo documento puede estar realizado por investigadores de varias áreas y/o por investigadores para los que el documento es “Antes” aunque en colaboración con otros investigadores que ya están en el CSIC por lo que el documento también se considera en “Después”. En este sentido, el número de documentos agrupado final es de 8788, de los cuales 4444 están clasificados como “Antes” y 4555 están clasificados como “Después”.

**Tabla Anexo 5.11. Indicadores de impacto y visibilidad de los documentos publicados Antes (desagregados en tipos) y Después de obtener la plaza en el CSIC por áreas**

Área	Antes(Tipos)/Después		Citas (V3)	Factor de Impacto	Posición Normalizada
Biología y Biomedicina	Antes CSIC (pub. en CSIC) (541)	Media±DT	9,45±13,83	5,65±5,01	0,84±0,16
		Mediana	6	4,31	0,89
	Antes CSIC (pub. España fuera CSIC) (514)	Media±DT	9,22±17,85	5,25±4,77	0,81±0,21
		Mediana	5	3,82	0,89
	Antes CSIC (Extranjero) (654)	Media±DT	21,52±32,02	9,45±7,88	0,88±0,15
		Mediana	12,5	7,37	0,93
	Después CSIC (1112)	Media±DT	11,15±16,05	6,29±4,96	0,83±0,19
		Mediana	7	5,34	0,89
Ciencias de los Materiales	Antes CSIC (pub. en CSIC) (904)	Media±DT	4,22±9,32	1,77±1,72	0,75±0,21
		Mediana	2	1,41	0,82
	Antes CSIC (pub. España fuera CSIC) (195)	Media±DT	7,13±9,32	2,38±2,26	0,79±0,19
		Mediana	4	1,7	0,85
	Antes CSIC (Extranjero) (317)	Media±DT	6,29±11,67	2,55±2,8	0,79±0,21
		Mediana	3	1,72	0,87
	Después CSIC (1894)	Media±DT	4,01±7,33	2,03±1,73	0,75±0,21
		Mediana	2	1,57	0,81
Recursos Naturales	Antes CSIC (pub. en CSIC) (761)	Media±DT	3,19±3,52	1,74±2,59	0,67±0,25
		Mediana	2	1,23	0,73
	Antes CSIC (pub. España fuera CSIC) (367)	Media±DT	3,47±4,12	1,79±2,59	0,68±0,25
		Mediana	2	1,26	0,73
	Antes CSIC (Extranjero) (191)	Media±DT	5,55±7,38	2,37±3,55	0,71±0,25
		Mediana	3	1,67	0,79
	Después CSIC (1551)	Media±DT	4,24±5,83	2,08±3,14	0,71±0,23
		Mediana	2	1,46	0,77
Total	Antes CSIC (pub. en CSIC) (2206)	Media±DT	5,14±9,64	2,72±3,55	0,75±0,22
		Mediana	3	1,63	0,82
	Antes CSIC (pub. España fuera CSIC) (1076)	Media±DT	6,83±13,33	3,54±4,09	0,76±0,23
		Mediana	3	2,34	0,85
	Antes CSIC (Extranjero) (1162)	Media±DT	14,89±26,27	6,52±7,2	0,83±0,2
		Mediana	6	3,82	0,91
	Después CSIC (4557)	Media±DT	5,76±10,18	3,09±3,74	0,76±0,22
		Mediana	3	1,94	0,84
	Total (9001)	Media±DT	7,14±14,57	3,49±4,49	0,76±0,22
		Mediana	3	2,06	0,85

Nota: Debe tenerse en cuenta las posibles duplicaciones de documentos entre clases (véanse comentarios para Tabla Anexo 5.10).

Tabla Anexo 5.12. Año de publicación, impacto y visibilidad de los documentos publicados por los investigadores del CSIC en España y en el extranjero por áreas

Área	Producción		Año de publicación	Citas (V3)	Factor de Impacto	Posición Normalizada
Biología y Biomedicina	España (2542)	Media±DT	2000±3	8,98±13,83	5,47±4,49	0,82±0,18
		Mediana	2000	6	4,28	0,88
	Extranjero (811)	Media±DT	1998±3	20,34±30,85	8,93±7,66	0,87±0,17
		Mediana	1998	11	6,96	0,93
	Total (3353)	Media±DT	1999±3	12,15±20,72	6,31±5,63	0,83±0,18
		Mediana	1999	6,5	4,82	0,89
Ciencia de Materiales	España (2498)	Media±DT	2000±3	4,24±8,54	1,98±1,82	0,75±0,21
		Mediana	2000	2	1,52	0,81
	Extranjero (426)	Media±DT	1997±3	5,76±10,43	2,39±2,5	0,78±0,21
		Mediana	1997	3	1,71	0,86
	Total (2924)	Media±DT	1999±3	4,5±8,92	2,03±1,93	0,75±0,21
		Mediana	2000	2	1,53	0,82
Recursos Naturales	España (3055)	Media±DT	2000±3	3,52±4,45	1,88±3,1	0,67±0,25
		Mediana	2000	2	1,3	0,72
	Extranjero (340)	Media±DT	1998±3	4,82±6,85	2,16±3,22	0,7±0,25
		Mediana	1997	3	1,44	0,77
	Total (3395)	Media±DT	1999±3	3,67±4,8	1,91±3,11	0,67±0,25
		Mediana	2000	2	1,3	0,73
Total	España (8095)	Media±DT	2000±3	5,45±9,77	3,04±3,7	0,74±0,23
		Mediana	2000	3	1,9	0,82
	Extranjero (1577)	Media±DT	1998±3	13,14±24,28	5,78±6,76	0,81±0,21
		Mediana	1997	5	3,14	0,9
	Total (9672)	Media±DT	1999±3	6,9±14,07	3,48±4,46	0,75±0,23
		Mediana	1999	3	2,07	0,83

Notas: Citas (V3) se refiere al número de citas con una ventana de 3 años.



Tabla Anexo 5.13. Porcentaje de documentos en el extranjero por áreas

a) Categoría profesional

Área	Categoría profesional		% Docs. en el extranjero
Recursos Naturales	Científico Titular (199)	Media±DT	5,79±11,72
		Mediana	0
	Investigador Científico (80)	Media±DT	2,28±4,86
		Mediana	0
	Profesor de Investigación (58)	Media±DT	1,81±7,06
		Mediana	0
Biología y Biomedicina	Científico Titular (186)	Media±DT	16,57±25,27
		Mediana	0
	Investigador Científico (105)	Media±DT	3,72±10,76
		Mediana	0
	Profesor de Investigación (95)	Media±DT	0,18±0,88
		Mediana	0
Ciencia de Materiales	Científico Titular (155)	Media±DT	6,15±12
		Mediana	0
	Investigador Científico (79)	Media±DT	0,18±1,04
		Mediana	0
	Profesor de Investigación (81)	Media±DT	1,02±6,31
		Mediana	0
Total	Científico Titular (540)	Media±DT	9,61±18,34
		Mediana	0
	Investigador Científico (264)	Media±DT	2,22±7,44
		Mediana	0
	Profesor de Investigación (234)	Media±DT	0,87±5,15
		Mediana	0
	Total (1038)	Media±DT	5,76±14,53
		Mediana	0

b) Grupos de edad

Área	Grupo de Edad		% Docs. en el extranjero
Recursos Naturales	Joven (97)	Media±DT	8,97±14,08
		Mediana	2,7
	Sénior (160)	Media±DT	3,1±7,96
		Mediana	0
	Veterano (80)	Media±DT	0,93±2,95
		Mediana	0
Biología y Biomedicina	Total (337)	Media±DT	4,27±9,92
		Mediana	0
	Joven (88)	Media±DT	31,06±25,58
		Mediana	23,06
	Sénior (216)	Media±DT	3,48±13,35
		Mediana	0

Área	Grupo de Edad		% Docs. en el extranjero
	Veterano (82)	Media±DT	0,06±0,43
		Mediana	0
	Total (386)	Media±DT	9,04±19,82
		Mediana	0
Ciencia de Materiales	Joven (91)	Media±DT	8,45±11,53
		Mediana	3,57
	Sénior (152)	Media±DT	1,4±8,47
		Mediana	0
	Veterano (72)	Media±DT	0,94±4,96
		Mediana	0
	Total (315)	Media±DT	3,33±9,43
		Mediana	0
Total	Joven (276)	Media±DT	15,84±20,7
		Mediana	7,32
	Sénior (528)	Media±DT	2,76±10,64
		Mediana	0
	Veterano (234)	Media±DT	0,63±3,27
		Mediana	0
	Total (1038)	Media±DT	5,76±14,53
		Mediana	0

## c) Clase Científica

Área	Clase científica		% Docs. en el extranjero
Recursos Naturales	Top (66)	Media±DT	7,4±13,64
		Mediana	1,62
	Media (191)	Media±DT	4,03±9,11
		Mediana	0
	Baja (80)	Media±DT	2,27±7,28
		Mediana	0
	Total (337)	Media±DT	4,27±9,92
		Mediana	0
Biología y Biomedicina	Top (70)	Media±DT	27,04±29,61
		Mediana	16,78
	Media (231)	Media±DT	6,72±16,14
		Mediana	0
	Baja (85)	Media±DT	0,51±2,87
		Mediana	0
	Total (386)	Media±DT	9,04±19,82
		Mediana	0
Ciencia de Materiales	Top (70)	Media±DT	6,32±14,5
		Mediana	0
	Media (174)	Media±DT	3,01±7,77
		Mediana	0
	Baja (71)	Media±DT	1,18±5,33
		Mediana	0
	Total (315)	Media±DT	3,33±9,43
		Mediana	0
Total	Top (206)	Media±DT	13,71±22,74
		Mediana	0,62
	Media	Media±DT	4,78±12,14

Área	Clase científica		% Docs. en el extranjero
	(596)	Mediana	0
	Baja (236)	Media±DT	1,31±5,46
		Mediana	0
	Total (1038)	Media±DT	5,76±14,53
		Mediana	0

Tabla Anexo 5.14. Análisis del número de referencias y páginas por documento por Clase Científica y por áreas

Área	Clase Científica		Refs. por Doc.	Refs. por Doc. (1 sólo autor)	Refs. por Art.	Refs. Externas por Doc.	N. Revisiones	Págs. por Doc.
Recursos Naturales	Top (66)	Media±DT	43,02±9,84	52,49±48,68	42,83±8,59	10,68±3,82	1,85±1,46	11,2±2,99
		Mediana	42,46	48	43,36	10,45	1	10,84
	Media (191)	Media±DT	37,95±8,26	33,31±22,97	38,21±8	7,66±3,02	1,65±1,23	11,36±3,01
		Mediana	37,71	28,85	38,21	7,25	1	11,11
	Baja (80)	Media±DT	32,64±16,55	28,03±23,45	31,6±14,47	4,46±4,53	1,5±1,03	12,2±5,18
		Mediana	28,59	18,5	29,52	3,5	1	11,5
	Total (337)	Media±DT	37,68±11,55	37,87±33,69	37,55±10,67	7,53±4,11	1,71±1,3	11,53±3,65
		Mediana	37,32	32	37,83	7,03	1	11,1
Biología y Biomedicina	Top (70)	Media±DT	45,04±10,07	52,47±43,23	44,68±7,83	23,08±6,71	3,06±2,85	8,66±1,67
		Mediana	44,97	45,33	43,91	23,53	3	8,59
	Media (231)	Media±DT	42,38±10,45	52,79±58,56	42,03±7,63	18,38±7,39	2,94±2,5	8,51±1,68
		Mediana	41,41	35,55	41,43	17,32	2	8,5
	Baja (85)	Media±DT	35,65±10,04	39,63±51,21	35,24±8,4	12,22±5,52	1,83±1,42	8,12±2,03
		Mediana	34,04	22,5	34,77	11,36	1	8
	Total (386)	Media±DT	41,38±10,75	51,28±52,69	41,02±8,46	17,89±7,71	2,82±2,5	8,45±1,77
		Mediana	41,02	39	40,91	16,89	2	8,41
Ciencia de Materiales	Top (70)	Media±DT	28,73±7,99	53,69±57,22	27,99±6,91	9,16±3,22	2,25±1,96	6,88±1,28
		Mediana	27,15	29,8	27,93	8,84	1,5	6,72
	Media (174)	Media±DT	23,49±5,94	36,74±34,63	23,21±5,53	6,01±2,65	1,36±0,85	7,19±1,35
		Mediana	22,64	31	22,54	5,76	1	6,98
	Baja (71)	Media±DT	20,9±8,89	27,18±24,17	20,82±8,59	3,93±2,78	2,08±1,68	7,9±1,51
		Mediana	19,3	21,5	19,87	3,17	2	7,82
	Total (315)	Media±DT	24,07±7,64	40,17±41,69	23,73±7,06	6,25±3,32	1,79±1,52	7,28±1,41
		Mediana	23,05	29	22,78	5,87	1	7,19
Total	Top (206)	Media±DT	38,85±11,83	52,72±47,87	38,42±10,81	14,37±7,93	2,46±2,3	8,87±2,73
		Mediana	39,18	41,65	39,45	11,83	2	8,41
	Media (596)	Media±DT	35,45±11,69	41,21±42,41	35,31±10,72	11,34±7,62	2,4±2,19	9,04±2,71
		Mediana	35,75	32	36,3	8,98	2	8,48
	Baja (236)	Media±DT	30,19±13,8	30,87±32,66	29,67±12,4	7,13±5,92	1,79±1,37	9,44±3,89
		Mediana	28,53	20,75	29	5	1	8,33
	Total (1038)	Media±DT	34,93±12,55	43,23±43,41	34,65±11,52	11,01±7,71	2,33±2,14	9,1±3,03
		Mediana	34,66	33,25	35,11	8,92	2	8,44

Nota: Hay que destacar que en las columna Número de Revisiones ("N. Revisiones") y Referencias por Documento de 1 sólo autor ("Refs. por Doc. (1 sólo autor)") únicamente se han analizado los investigadores que tenían algún dato en cada uno de estos dos indicadores.

Tabla Anexo 5.15. Posición de firma por áreas

a) Categoría profesional

Área	Categoría Profesional		%Primero	%Último
Recursos Naturales	Científico Titular (199)	Media±DT	28,47±19,63	23,38±20,3
		Mediana	27,27	20
	Investigador Científico (80)	Media±DT	23,51±15,62	35,24±21,93
		Mediana	20,53	30,54
	Profesor de Investigación (58)	Media±DT	17,84±14,2	35,37±17,57
		Mediana	15,26	35,95
	Total (337)	Media±DT	25,46±18,3	28,26±21,04
		Mediana	24	25
Biología y Biomedicina	Científico Titular (186)	Media	22,73±18,91	25,46±22,39
		Mediana	20,87	20
	Investigador Científico (105)	Media±DT	11,39±12,86	44,53±20,08
		Mediana	8,33	44,74
	Profesor de Investigación (95)	Media±DT	5,28±5,85	54,52±16,7
		Mediana	3,51	56,1
	Total (386)	Media±DT	15,35±16,75	37,8±23,93
		Mediana	9,2	37,5
Ciencia de Materiales	Científico Titular (155)	Media±DT	26,97±20,05	17,6±16,76
		Mediana	23,53	12,82
	Investigador Científico (79)	Media±DT	19,81±18	28,27±20,92
		Mediana	16	24,42
	Profesor de Investigación (81)	Media±DT	11,68±12,17	38,41±20,87
		Mediana	8,99	37,63
	Total (315)	Media±DT	21,25±18,86	25,63±20,81
		Mediana	16	21,05
Total	Científico Titular (540)	Media±DT	26,06±19,63	22,44±20,35
		Mediana	25	17,37
	Investigador Científico (264)	Media±DT	17,58±16,2	36,85±21,91
		Mediana	14,46	33,33
	Profesor de Investigación (234)	Media±DT	10,61±11,79	44,2±20,3
		Mediana	7,09	43,25
	Total (1038)	Media±DT	20,42±18,39	31,01±22,71
		Mediana	16,21	27,27

b) Grupo de edad

Área	Grupo de Edad		%Primero	%Último
Recursos Naturales	Joven (97)	Media±DT	35,92±14,89	18,81±13,02
		Mediana	34,29	17,78
	Sénior (160)	Media±DT	25,35±18,27	29,44±18,75
		Mediana	22,79	27,05
	Veterano (80)	Media±DT	13,01±13,86	37,38±27,79
		Mediana	10,6	33,33
	Total (337)	Media±DT	25,46±18,3	28,26±21,04
		Mediana	24	25
Biología y Biomedicina	Joven (88)	Media±DT	33,44±15,02	15,63±14,92
		Mediana	33,71	10,17
	Sénior (216)	Media±DT	10,12±11,9	42,85±21,12
		Mediana	5,7	44,28

Área	Grupo de Edad		%Primero	%Último
	Veterano (82)	Media±DT	9,73±15,94	48,31±24,19
		Mediana	3,61	50
	Total (386)	Media±DT	15,35±16,75	37,8±23,93
		Mediana	9,2	37,5
Ciencia de Materiales	Joven (91)	Media±DT	32,63±18,14	12,89±13,23
		Mediana	31,58	7,89
	Sénior (152)	Media±DT	16,11±15,1	29,52±19,56
		Mediana	12,97	27,27
	Veterano (72)	Media±DT	17,7±20,86	33,5±24,02
		Mediana	10,39	31,53
	Total (315)	Media±DT	21,25±18,86	25,63±20,81
		Mediana	16	21,05
Total	Joven (276)	Media±DT	34,05±16,08	15,84±13,89
		Mediana	33,33	11,76
	Sénior (528)	Media±DT	16,46±16,26	34,95±21
		Mediana	12,5	33,33
	Veterano (234)	Media±DT	13,3±17,22	40,02±26,09
		Mediana	7,85	37,5
	Total (1038)	Media±DT	20,42±18,39	31,01±22,71
		Mediana	16,21	27,27

## c) Clase Científica

Área	Clase Científica		%Primero	%Último
Recursos Naturales	Top (66)	Media±DT	26,29±14,92	25,04±15,92
		Mediana	25,5	23,79
	Media (191)	Media±DT	26±17,41	28,27±18,99
		Mediana	24	25
	Baja (80)	Media±DT	23,5±22,53	30,89±28,12
		Mediana	21,95	25
	Total (337)	Media±DT	25,46±18,3	28,26±21,04
		Mediana	24	25
Biología y Biomedicina	Top (70)	Media±DT	23,26±16,51	30,64±22,72
		Mediana	21,43	26,84
	Media (231)	Media±DT	13,92±15,51	38,13±22,92
		Mediana	7,56	38,46
	Baja (85)	Media±DT	12,72±18,38	42,81±26,34
		Mediana	4,88	42,86
	Total (386)	Media±DT	15,35±16,75	37,8±23,93
		Mediana	9,2	37,5
Ciencia de Materiales	Top (70)	Media±DT	18,4±16,97	21,27±18,03
		Mediana	12,14	16,36
	Media (174)	Media±DT	20,47±17,05	27,17±20,78
		Mediana	16,06	22,22
	Baja (71)	Media±DT	25,94±23,7	26,14±23,04
		Mediana	25	23,33
	Total (315)	Media±DT	21,25±18,86	25,63±20,81
		Mediana	16	21,05
Total	Top (206)	Media±DT	22,58±16,43	25,66±19,46
		Mediana	18,75	22,36
	Media	Media±DT	19,71±17,32	31,77±21,67

Área	Clase Científica		%Primero	%Último
	(596)	Mediana	15,55	28,57
	Baja (236)	Media±DT	20,35±22,19	33,76±26,87
		Mediana	14,29	29,71
	Total (1038)	Media±DT	20,42±18,39	31,01±22,71
		Mediana	16,21	27,27

Tabla Anexo 5.16. Indicadores de colaboración por Clase Científica y por áreas

Clase Científica		Autores por Doc.	Total Coautores	Centros por Doc.	%Docs. Colab.	%Docs. Colab. Int.	%Docs. Colab. Nac.	%Docs Sin Col.
<b>Recursos Naturales</b>								
Top (66)	Media±DT	4,58±1,07	62,45±36,54	2,26±0,55	65,1±15,49	40,21±17,12	24,89±13,51	34,9±15,49
	Mediana	4,55	55	2,16	68,54	39,63	23,22	31,46
Media (191)	Media±DT	4,35±1,6	39,98±24,46	2,26±0,75	65,38±21,41	34,82±20,01	30,56±18,17	34,62±21,41
	Mediana	4,03	34	2,12	67,86	34,48	28,57	32,14
Baja (80)	Media±DT	3,58±1,1	16,2±14,04	2,15±0,75	68,64±25,98	27,36±29,67	40,03±31,78	31,36±25,98
	Mediana	3,51	12	2	66,67	17,5	33,33	33,33
Total (337)	Media±DT	4,21±1,44	38,74±29,59	2,24±0,72	66,1±21,59	34,1±22,55	31,7±22,04	33,9±21,59
	Mediana	4	32	2,1	67,86	33,33	26,67	32,14
<b>Biología y Biomedicina</b>								
Top (70)	Media±DT	5,26±1,88	70,49±59,54	2,28±0,78	62,44±18,98	32,9±17,18	29,54±16,67	37,56±18,98
	Mediana	5,14	53	2,13	60,23	30,09	27,89	39,77
Media (231)	Media±DT	6,2±14,1	77,19±73,04	2,38±2,79	62,46±21,89	31,44±17,78	30,99±19,26	37,54±21,89
	Mediana	5,13	58	2,06	64,1	30	28,57	35,9
Baja (85)	Media±DT	4,94±1,23	36,72±35,37	2,09±0,58	65,11±26,39	25,68±23,58	39,44±29,83	34,89±26,39
	Mediana	5	28	2,12	70	20	30,77	30
Total (386)	Media±DT	5,75±10,95	67,06±66,05	2,3±2,2	63,04±22,45	30,44±19,23	32,59±21,89	36,96±22,45
	Mediana	5,09	51	2,09	64,71	28,76	28,68	35,29
<b>Ciencia de Materiales</b>								
Top (70)	Media±DT	5,57±1,26	106,23±76,75	2,48±0,57	75,19±19,02	45,53±21,61	29,65±19,89	24,81±19,02
	Mediana	5,71	88	2,56	79,47	42,42	25	20,53
Media (174)	Media±DT	4,73±0,96	67,2±46,13	2,05±0,54	61,5±20,7	36,04±19,69	25,46±15,5	38,5±20,7
	Mediana	4,65	55,5	1,97	59,38	33,33	23,39	40,63
Baja (71)	Media±DT	4,18±1,01	28,83±18,56	1,75±0,56	50,55±27,92	25,49±26,1	25,06±21,45	49,45±27,92
	Mediana	4	25	1,7	50	19,35	23,08	50
Total (315)	Media±DT	4,79±1,14	67,23±56,71	2,08±0,6	62,07±23,62	35,77±22,65	26,3±18,03	37,93±23,62
	Mediana	4,64	52	2	64,58	33,33	23,4	35,42
<b>Total</b>								
Top (206)	Media±DT	5,15±1,5	80,06±62,96	2,34±0,65	67,63±18,71	39,53±19,41	28,09±17,01	32,37±18,71
	Mediana	5,13	63	2,26	70,14	38,01	26,09	29,86
Media (596)	Media±DT	5,18±8,86	62,35±55,9	2,25±1,82	63,12±21,42	33,87±19,15	29,24±18,02	36,88±21,42
	Mediana	4,64	50	2,06	64,63	32,14	25,71	35,37
Baja (236)	Media±DT	4,25±1,26	27,39±26,28	2,01±0,66	61,93±27,68	26,19±26,43	35,31±28,99	38,07±27,68
	Mediana	4	20	1,99	64,19	19,72	27,27	35,81
Total (1038)	Media±DT	4,96±6,79	57,92±55,26	2,21±1,44	63,74±22,58	33,25±21,51	30,39±21,01	36,26±22,58
	Mediana	4,57	45	2,07	65,38	31,36	26,01	34,62



